Koviloor Digital Library
36241

# சூரிய ஆற்றலும் பயன்களும்

ALAGAPPA UNIVERSITY
CENTRAL LIBRARY
KARAIKUDI

முனைவர் மெ. மெய்யப்பன், எம்.எஸ்சி., பிஎச்.டி.
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோசி கல்லூரி
தஞ்சாவூர்

தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம்
தஞ்சாவூர்

Koviloor Digital Library

தமிழ்ப் பல்கலைக் கழக அறிவியற் பண்ணையின்
சார்பில் நிகழ்த்தப் பெற்ற அறிவியற் சொற்பொழிவு.

தமிழ்ப் பல்கலைக் கழக வெளியீடு : 76

திருவள்ளுவர் ஆண்டு 2017 மார்கழி : சனவரி 1987

நூல் : சூரிய ஆற்றலும் பயன்களும்

ஆசிரியர் : மெ. மெய்யப்பன்

விலை : உரூ. 15-00

பதிப்பு : முதற்பதிப்பு

அச்சு : ஸ்ரீ வேலன் பிரஸ், சிதம்பரம்

Koviloor Digital Library

# பொருளடக்கம்


## 1 சூரியனைப் பற்றி... பக்கம்

1. சூரியன் — பேரண்டத்தில் அதன் நிலை 1
2. சூரியனும் அதன் குடும்பமும் 3
3. சூரிய ஆற்றல் வற்றாத ஆற்றல் வாயில் 5
4. சூரிய ஒளி மின்காந்த அலைகள் 11
5. சூரிய ஒளியும் பூமியும் 14

## 2. சூரிய ஆற்றலும் இயற்கையும்

6. பரிணாமமும் உயிர் வாழ்க்கையும் சூரிய ஆற்றலின் முதற் பயன் 17
7. விறகு — கிராமத்திற்கு ஏற்ற எரிபொருள் 22
8. தொல் படிவு எரி பொருள் 23
9. சூரிய ஆற்றலைப் பற்றிய சிந்தனை ஏன்? 26

## 3 சூரிய ஆற்றலும் நாமும்

10. கரும்பொருள் என்றால் என்ன? 37
11. ஆற்றல் சேமிப்புச் சமதளத் தட்டு 44
12. ஆற்றல் சேகரிப்புக் குவிப்பு ஆடிகள் 49
13. சூரிய நீர் வெப்பமேற்றிகள் 54
14. சூரிய அடுப்பு 57
15. சூரியக் கதகதப்பூட்டும் சாதனம் 63
16. சூரியக் குளிர் சாதனப் பெட்டி 65
17. சூரிய நீர்க்காய்ச்சி வடிப்பான் 66
18. சூரிய வெப்ப ஆற்றலின் பிற பயன்கள் 68
19. சூரிய வெப்ப ஆற்றல் சேமிப்பு முறைகள் 69

Koviloor Digital Library

| | |
|---|---|
| | பக்கம் |
| 20. சூரிய வெப்ப ஆற்றலிலிருந்து மின் ஆற்றல் | 75 |
| 21. சூரியக் குளம் அல்லது தடாகம் | 71 |
| 22. கடல் நீரிலிருந்து சூரிய-மின் சக்தி | 83 |
| 23. சூரிய மின்கலம் | 87 |
| 24. சூரிய மின் ஆற்றல் நிலையங்கள் | 100 |
| 25. ஹைட்ரஜன் புதிய எரிபொருள் | 103 |
| 4 சூரிய ஆற்றலும் உணவு உற்பத்தியும் | |
| 26. சூரிய ஆற்றலும் உணவு உற்பத்தியும் | 107 |
| துணை நூல்களும் கட்டுரைகளும் | 118 |
| கலைச் சொற்கள் | 119 |

Koviloor Digital Library



# 1. சூரியனைப் பற்றி...

## 1 சூரியன் — பேரண்டத்தில் அதன் நிலை

பூமியில் வாழும் எல்லா உயிரினங்கட்கும் சூரியனே ஆதாரம். தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் மக்கள் யாவரும் உயிர் வாழ்ந்து கொண்டிருப்பதற்குச் சூரியன் இடையறாது நல்கும் ஆற்றலே காரணம்.

சூரியன் இல்லாவிட்டால்........?

அதை நினைத்துப் பார்க்கக்கூட முடியவில்லை. இவ்வுலகில் புல், பூண்டு இல்லை; உயிர் வாழ்க்கை இல்லை; மனித இனம் என்ற பேச்சுக்கே இடமில்லை. ஆஸ்திரேலிய அறிவியலாளர் ஒருவர் சூரியனும் நம்மைப்போல வேலை நிறுத்தம் செய்து உதிக்க மறுத்துவிட்டால் என்னவாகும் என்று கணக்குப் போட்டுப் பார்த்தார். அவருடைய ஆராய்ச்சி முடிவுகள் 48 மணி நேரத்தில் பூமியின் வெப்பநிலை உறைபனி வெப்பநிலைக்குக் கீழே 60° செல்சியசாகக் (சென்டிகிரேடாகக்) குளிர்ந்து போகும் என்றும், ஏறத்தாழ 12 நாள்களில் பூமியின் வளிமண்டலத்தில் உள்ள எல்லா வளிமங்களும் உறைந்து போகும் என்றும் தெரிவிக்கின்றன. அத்தகைய் சிறப்புமிக்க, உயிர் வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாத சூரியனை நாம் தெய்வமாகக் கருதித் தொழுவதில் வியப்பு ஒன்றும் இல்லை. சூரியனைப் பற்றி இலக்கியங்களிலும், இதிகாச புராணங்களிலும் கூறிச் சிறப்பித்திருக்கின்றார்கள். தமிழில் சூரியனுக்குப் பல பெயர்கள் உண்டு; ஞாயிறு, கதிரவன், பகலவன், ஆதவன், பரிதி இவையனைத்தும் சூரியனைக் குறிக்கும் சொற்களாகும்.

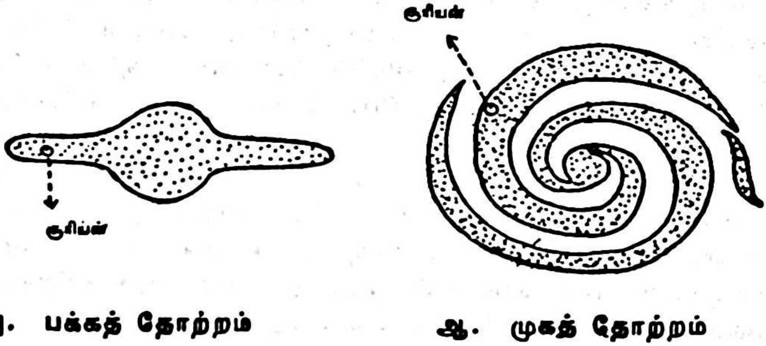
சூரிய ஆற்றலை எப்படியெல்லாம் பயன்படுத்தி வருகின்றோம்? இனி எப்படியெல்லாம் பயன்படுத்த முடியும்? அதிகப்

Koviloor Digital Library



பயனுறு வழியில் ஆற்றல் நெருக்கடி என்ற பிரச்சினைக்கு எப்படித் தீர்வு காணப்போகின்றோம்? இவற்றையெல்லாம் அறிந்து கொள்வதற்கு முன்னால் இப்பேரண்டத்தில் சூரியனின் நிலை என்ன என்பதைப்பற்றி ஓரளவு சுருக்கமாக அறிந்து கொள்வோம்.

அண்டத்தில் (Galaxy) சூரியன் ஒரு விண்மீன். நமக்கு மிக அருகில் இருக்கின்றது என்பதால் பேரொளியுடையதாகத் திகழ் கின்றது. ஓர் அண்டத்தில் ஏறத்தாழப் பத்தாயிரங்கோடி (நூறு பில்லியன்) விண்மீன்கள் இருக்கின்றன. சூரியன் இருக்கும் நமது அண்டத்தை, பால் வழி மண்டலம் (Milky way) என்று கூறுவார் கள். பரந்த பிரபஞ்ச வெளியில் இது போலப் பல அண்டங்கள் இருக்கின்றன. அவ்வெளியையே பேரண்டம் (Universe) என்று குறிப்பிடுகின்றார்கள். இப்பேரண்டத்தில் ஏறத்தாழ பத்தாயிரங் கோடி அண்டங்கள் இருக்கலாம் என்று வானவியல் வல்லுநர்கள் கணித்திருக்கிறார்கள். அதன்படி பார்த்தால் சூரியன் பத்துக் கோடிக்கோடிக்கோடி விண்மீன்களில் ஒரு சிறிய விண்மீன். கடுகு கள் சிதறிக் கிடக்கும் பெரிய விளையாட்டுத் திடலை இப் பேரண்டத்திற்கு ஒப்பிட்டால் நமது சூரியன் அங்கே ஒரு கடுகுக்குச் சமமாகும்.




அ. பக்கத் தோற்றம் ஆ. முகத் தோற்றம்

படம் 1 பால் வழிமண்டலம்

நமது அண்டத்தில் சூரியனின் நிலையைப் படம் 1 சுட்டிக் காட்டுகின்றது. பால் வழிமண்டலம் ஒரு குவி வில்லையைப்

Koviloor Digital Library



(Convex lens) போல ஏறக்குறைய தட்டையான வடிவத்தில் இருக்கின்றது. இதன் நீளம் ஏறத்தாழ 90,000 ஒளி ஆண்டுகள். நமது சூரியன் அண்டத்தின் மையத்திலிருந்து சுமார் 27,000 ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவில் இருக்கின்றது. அண்டத்தின் தடிப்பு அதன் மையப் பகுதியில் 16,000 ஒளி ஆண்டுகள் ஆனால், நமது சூரியன் இருக்குமிடத்தில் தடிப்பு 3000 ஒளி ஆண்டுகளேயாகும்.

ஒளி ஆண்டு (Light year) என்றால் என்ன?வானவியலில் இரு விண்பொருள் (Celestial body) களுக்கு இடையே உள்ள பெரும் தொலைவைக் குறிப்பிட ஒளி ஆண்டை அலகாகக் கொண்டுள்ளார் கள். ஒளி ஆண்டு என்பது வினாடிக்கு ஏறத்தாழ மூன்று இலட்சம் கிலோ மீட்டர் வேகத்தில் செல்லும் ஒளி, ஓர் ஆண்டில் கடக்கும் தொலைவாகும். சூரிய ஒளி பூமியை அடைய 8 நிமிடம் எடுத்துக் கொள்ளுகின்றது அதே சூரிய ஒளி சூரியக் குடும்பத்தின் எல்லை யில் உள்ள புளுட்டோ (Pluto)வை அடைய ஐந்தரை மணி நேரம் எடுத்துக் கொள்ளுகின்றது; பால் வழி மண்டலத்தின் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்குச் செல்ல 90,000 ஆண்டு களாகின்றன.

சூரியன் ஒரு வற்றாத ஆற்றல் வாயில். எல்லா விண்மீன் களும் சூரியனைப் போன்று ஆற்றல் மூலங்கள்தாம். அப்படி யென்றால் இப்பேரண்டமெங்கும் ஆற்றற் பெருவெள்ளம்தானோ? உண்மைதான்; இப்பேரண்டம் ஒரே ஆற்றல் மயம். ஆற்றல் பெரு வெள்ளத்திலே நீந்திக் கொண்டிருக்கும் நாம் ஆற்றலுக் காக அலைந்து கொண்டிருப்பது மிகுந்த வேடிக்கையாகத்தான் இருக்கின்றது !

## 2 சூரியனும் அதன் குடும்பமும்

பொதுவாக ஒரு விண்மீனைச் சுற்றிக் கோள்கள் (Planets) இயங்கலாம். இந்தக் கோள்கள் தனியாகத் தோன்றியவையா, அவ்வவ் விண்மீன்களின் அமைப்புகளிலிருந்து தோன்றியவையா என்பதைத் திட்டவட்டமாக எவராலும் கூறமுடியவில்லை. நமது சூரியனுக்கு 9 கோள்கள் உள்ளன. அவை சூரியனிலிருந்து வெவ்வேறு தொலைவுகளில் குறிப்பிட்ட சில பாதைகளில் சுற்றி

Koviloor Digital Library



வருகின்றன. அவை புதன் (Mercury), வெள்ளி (Venus), பூமி (Earth), செவ்வாய் (Mars), வியாழன் (Jupiter), சனி (Saturn), யுரேனஸ் (Uranus), நெப்டியூன் (Neptune), புளுட்டோ (Pluto) என்ற வரிசையில் இயங்குகின்றன.

பொதுவாக ஒரு விண்மீனைச் சுற்றி வலம்வரும் கோள்கள் அந்த விண்மீனை விடச் சிறியனவாக இருக்கும். காட்டாக, பூமியின் சராசரி ஆரம் (Radius) 6371 கிலோமீட்டர். சூரியனின் ஆரம் சுமார் 7 இலட்சம் கிலோமீட்டர். அதாவது சூரியனின் விட்டம் பூமியின் விட்டத்தைப் போல் சுமார் 100 மடங்கிற்கும் சற்றுக் கூடுதலாய் உள்ளது. ஒரு சூரியனுள் கிட்டத்தட்ட பத்து இலட்சம் பூமிகளை உள்ளடக்கிவிடலாம் என்று சொன்னால், அதிலிருந்து சூரியனின் கனபரிமாணத்தை ஓரளவு ஊகித்தறிந்து கொள்ளலாம்.

நமது பூமி சூரியனிலிருந்து சுமார் 15 கோடி கிலோ மீட்டர் தொலைவில் மூன்றாவது கோளாக இருக்கின்றது. இவ்வளவு தொலைவு கடந்து வந்தும் சூரிய ஒளி நம்மீது தொடர்ச்சியாக விழுந்தால் 'சுரீர்' என உறைக்கின்றது. ஒரு குவி வில்லையைக் கொண்டு சூரிய ஒளியை ஒரு புள்ளியாகத் தாளில் விழும்படி செய்தால், தாள் கருகி எரிந்து விடுவதைப் பார்த்திருக்கின்றோம். இவ்வெப்பம் சுமார் 15 கோடி கிலோ மீட்டர்களுக்கு அப்பாலிருந்து வந்து பூமியில் இந்நிகழ்ச்சிகளைச் செய்கின்றது என்பதை எண்ணிப் பார்த்தால் சூரியன் மிகப் பெரியதொரு நெருப்புக் கோளமாக இருக்க வேண்டும் என்பதை எளிதில் உணரலாம். சூரியனின் புற மண்டலப் பகுதிகளில் வெப்பநிலை சுமார் 6000° செல்சியசு என்றும், மையப் பகுதிகளில் 2 கோடி செல்சியசாக இருக்கும் என்றும் இயற்பியல் கொள்கைகளும் நிற நிரல் (Spectrum) தொடர்பான ஆய்வுகளும் தெரிவித்துள்ளன. இவ்வளவு உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் பொருள் திண்ம (Solid), நீர்ம (Liquid), வளிம (Gas) நிலைகளில் இருக்க இயலாது. பிளாஸ்மா (Plasma) நிலையிலேயே இருக்கும். பிளாஸ்மா என்பது பொருளின் நான்காவது நிலை என்று கூறுகின்றார்கள். நேர்மின் அயனி (Positive ion) களாகவும், எலெக்ட்ரான்களாகவும் (Electron)

Koviloor Digital Library



பகுக்கப்பட்ட அணுக்களின் தொகுப்பே பிளாஸ்மா எனப்படும். சூரியன் முழுவதும் இந்தப் பிளாஸ்மாவால் ஆனது என்று கூறலாம்.

## 3 சூரிய ஆற்றல் — வற்றாத ஆற்றல் வாயில்

நாம் சூரியனிலிருந்து சுமார் 15 கோடி கிலோ மீட்டர் தொலைவில் இருக்கின்றோம். இவ்வளவு தொலைவில் இருந்தும் நமக்குச் சூரியன் பல கோடி ஆண்டுகளாகத் தொடர்ந்து ஆற்றலைத் தந்து கொண்டிருக்கின்றது. அந்த ஆற்றல் அன்பளிப்பு இன்னும் பல கோடி ஆண்டுகளுக்குத் தொடரவும் செய்யும். இப்படி ஓயாமல் சூரியன் நமக்கு ஆற்றலைத் தர வேண்டுமாயின் அது எவ்வளவு ஆற்றல் மிக்கதாய் இருக்க வேண்டும்! இவ்வளவு பெரும் ஆற்றல் சூரியனுக்கு எப்படி வந்தது? அது ஒரு சுவையான அறிவியல் கதை.

1900-ஆம் ஆண்டில் வாழ்ந்த அறிவியலாளருக்கு இந்த வினா ஒரு புதிராகத்தான் இருந்தது. ஏனென்றால் அவர்களில் பெரும் பாலானோர் பொருள்களில் உறைந்து கிடக்கும் பெரும் ஆற்றலைப் பற்றிய இயற்கை உண்மைகளை அறியாதிருந்தார் கள். சூரியன் ஒரு பெரிய தீப்பந்தம் என்றும் அதில் காசோலின் (Gasoline) அல்லது நிலக்கரி போன்ற எரிபொருள்கள் தொடர்ந்து எரிந்து கொண்டிருக்கின்றன என்றும் கருதினார்கள். ஆனால், இது உண்மையாக இருக்குமெனில் சூரியனின் ஆயுள் ஒருசில ஆயிரமாண்டுகளாகத்தான் இருக்கக்கூடும். பல கோடி ஆண்டு களுக்குச் சூரியன் ஆற்றலை அள்ளித்தர வேண்டுமானால் தொல் படிவு எரிபொருள்களைத் (Fossil Fuels) தவிர வேறு ஏதாவதொரு ஆற்றல்மூலமே காரணமாயிருக்க வேண்டும்.

பரந்த பேரண்டத்தில் உள்ள அனைத்து விண்மீன்களுக்கும் ஆற்றல்மூலமாக இயற்கை எந்த வழிமுறையைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொண்டிருக்கின்றது? அந்த வழிமுறை இயற்கையால் நடைமுறைப் படுத்தக்கூடிய வகையில் மிக எளிதாகவும், நமக்குச் சிக்கலாகவும் இருக்கின்றமை ஏன் ?

Koviloor Digital Library



உயர் வெப்பநிலை காரணமாகச் சூரியனில் உள்ள பொருள்கள் எல்லாம் பிளாஸ்மா நிலையில் இருக்கும் என்று முன்பு பார்த்தோம். இந்தப் பிளாஸ்மாவில் அணுக்களில் உள்ள அனைத்து எலெக்ட்ரான்களும் தனித்தனியே பிரிந்து, மின்னேற்றங்கொண்ட துகள்களின் தொகுப்பாக இருக்கும். உயர் வெப்பநிலையில் பிளாஸ்மா துகள்களின் வெப்ப இயக்க ஆற்றல் மிகமிக அதிகமாக இருக்கும். வினாடிக்குச் சுமார் ஒன்றரை இலட்சம் கிலோ மீட்டர் வேகத்தில் அவை இயங்கிக்கொண்டிருப்பதாகக் கணக்கிட்டறிந்துள்ளார்கள். இந்த அசுர வேகத்தில் அவை இங்குமங்குமாக இயங்கினாலும், ஒருபோதும் சூரியனை விட்டுத் தப்பி ஓடிவிடுவதில்லை. அதற்குக் காரணம் சூரியனின் அளப்பரிய ஈர்ப்பு விசைதான். இந்த ஈர்ப்பு விசை பூமியில் உள்ளதைக் காட்டிலும் பன்மடங்கு அதிகம். இது பிளாஸ்மாவை நெருக்கி அழுத்துகின்றது. இதையே ஈர்ப்பழுத்தம் (Gravitational Pressure) என்பார்கள். பிளாஸ்மாவின் துகள்களுக்கிடையே மின்விலகு விசை (Electric repulsive force) இருந்தும் ஈர்ப்பழுத்தத்தினால் அதன் அடர்த்தி ஓரளவு அதிகமாக இருக்கும் இதனால பிளாஸ்மாவில் உள்ள துகள்கள் வெப்ப இயக்கியத்தின் போது ஒன்றோடென்று மோதிக் கொள்ளும் வாய்ப்பைக் கணிசமாகப் பெறுகின்றன. மின்விலகு விசை காரணமாகப் பிளாஸ்மாவின் அடர்த்தியில் ஏற்படும் குறைவைத் தடுப்பது கடினமாக இருப்பதால் பூமியில் செய்யப்படும் சோதனைகள் முழு வெற்றியளிப்பனவாக இல்லை.. புதிய வழிமுறைகளைப் பின் பற்றிப் பிளாஸ்மா தொடர்பான சோதனைகளை வெற்றி கொள்ளலாம் என்று அறிவியலாளர் நம்புகின்றார்கள்.

இலேசான எளிய மூலகங்களின் அணுக்கருக்களை மிக நெருக்கமாகக் கொண்டு வந்தால், அவை ஒன்றையொன்று கவர்ந்திழுத்துக் கொண்டு சற்றுக் கனமான அணுக்கருவாக மாறி விடுகின்றன. இந்த அணுக்கரு வினையை அணுக்கருப் பிணைப்பு (Nuclear fusion) என்று கூறுகின்றார்கள். அணுக்கருப் பிணைப்பு தன்னிச்சையாக ஏற்படக்கூடிய சூழ்நிலை விண்மீன்களில் இயற்கையாகவே காணப்படுகின்றது. அங்குள்ள உயர் வெப்பநிலை அணுக்கருக்களை அதிவேகமாக இயங்கச் செய்து நெருக்கமாகக் கொண்டு வந்து விடுவதுதான் அதற்குக் காரணம் எனலாம்.

Koviloor Digital Library



இது போன்ற அணுக்கருப் பிணைப்பு வினைகளைச் சோதனைக் கூடங்களில் செயற்கை முறையிலும் நடைமுறைப்படுத்தலாம். ஆற்றல் வாய்ந்த துகள் முடுக்கும் பொறி (Accelerator) களைக் கொண்டு அணுக்கருக்களுக்கு வேகமூட்டி இணையச் செய்யலாம். ஆனால் செயற்கை முறையில் பிணைப்பு வினை நடைபெறும் வீதம் மிகமிகக் குறைவாக இருப்பதோடு, விண்மீன்களில் நடைபெறுவதைப் போலத் தொடர்ந்து தானாக நிகழும் ஒருதொடர் வினையாகவும் (Chain reaction) இல்லை.

சரி, இந்த வினைக்கும் விண்மீன்களின் ஆற்றலுக்கும் என்ன தொடர்பு இருக்கின்றது? பொதுவாக இது போன்ற வினைகளில் நிறை (Mass) இழப்பு ஏற்படுகின்றது. அதாவது வினையால் தோற்றுவிக்கப்படும் கூட்டு அணுக்கருவின் நிறை, கூடும் இரு அணுக்கருக்களின் நிறையின் கூடுதலாய் இருப்பதில்லை; அதைவிடச் சற்றக்குறைவாக இருக்கின்றது. அப்படியென்றால் அந்த நிறை இழப்பு வினையின் போது என்னவானது? இதற்கான விளக்கத்தை அய்ன்ஸ்டினின் (Einstein) புகழ் பெற்ற சார்புக் கொள்கை (Theory of Relativity) யிலிருந்து பெற முடிகின்றது பொருளை அழித்து ஆற்றலாக மாற்றலாம் என்றும், ஆற்றலை திரட்டிப் பொருளாக மாற்றலாம் என்றும் அக் கொள்கை தெரிவிக்கின்றது. இதிலிருந்து நாம் மகத்தான பேருண்மையை அறிந்து கொள்ள முடிகின்றது.. அது பொருளும் ஆற்றலும் ஒன்றே; அவை ஒரே மூலத்தின் இரு வேறுபட்ட நிலைகள்தாம் என்ற கருத்துதான். இதன்படி பொருளை அழித்தால் ஆற்றல் வெளிப்படும் என்பதும், ஆற்றலைக் குவித்தால் பொருள் உருவாகும் என்பதும் நன்கு புலனாகின்றன. ஓர் அணுக்கருப் பிணைப்பு வினையின் போது ஏற்படும் நிறை இழப்பும் இப்படி ஆற்றலாக மாறிக் கதிர் வீச்சாக வெளியே உமிழப்படுகின்றது.

ஓர் அணுவை முழுதும் அழித்து ஆற்றலாக மாற்றினால் பெரும் ஆற்றல் வெளிப்படும். எடுத்துக்காட்டாக 1 கிராம் ஹைட்ரஜனை (Hydrogen) அழித்து அதிலிருந்து கிடைக்கும் ஆற்றலை 1 கிலோவாட் மணி (Kilo - watt hour - இதையே நாம் சாதாரணமாக யூனிட் என்று கூறுகின்றோம்) என்ற

Koviloor Digital Library



விதத்தில் பயன்படுத்தினால் தொடர்ந்து பத்தாயிரம் ஆண்டு களுக்குப் பயன்படுத்தலாம். இந்த ஆற்றலை மின் ஆற்றலாக மாற்றி மக்களுக்கு வழங்கினால் இந்தியா முழுவதிற்கும் ஓராண்டுக் காலத்திற்கு மின்னாற்றலைத் தடங்கலின்றி வழங்க லாம். ஆசையாகத்தான் இருக்கின்றது; ஆனால், அதை நடை முறைப்படுத்தக் கூடிய தொழில் நுட்பம் எவருக்கும் தெரிய வில்லையே!

இதிலிருந்து அணுக்களில் உறங்கிக் கிடக்கும் பொருள் ஆற்றலை நம்மால் எளிதில் கற்பனை செய்து பார்க்க முடிகின்றது. ஒவ்வொரு அணுவும் ஆற்றல் வில்லைகள் என்றாலும், இது போல அணு முழுவதையும அழித்து ஆற்றலைப் பெறுவது இன்றைக்கு நடைமுறைச் சாத்தியமில்லை. அணுக்கருப் பிணைப்பு வினையின் போது அணுவின் ஒரு சிறிய பகுதியே அழிவுற்று ஆற்றலாக மாறுகின்றது.

குறிப்பிட்டதோர் உயர் வெப்பநிலையில் பொதுவாக ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இணையக் கூடிய வாய்ப்பை அதிகம் பெறுகின்றன. இதற்குக் காரணம் கனமான அணுக்கருக்களிடையே மின்விலகு விசை மிக அதிகமாக இருப்பதும், ஹைட்ரஜனுக்கு இது குறைவாக இருப்பதும்தான். மேலும், ஒரு விண்மீனில் காணப்படும் தனிமங்களில் (Element) ஹைட்ரஜனே அதிகமாக இருக்கின்றது. நமது சூரியனின் எடையில் 90 பங்கிற்கு இந்த ஹைட்ரஜனே காரணமாயிருக்கின்றது என்பதைச் சூரியனின் நிற மாலையிலிருந்து கணக்கிட்டிருக்கின்றார்கள்.

உயர் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் இருவிதமான அணுக்கரு வினை (thermo-nuclear reaction) களைப் பெத்தேயும், வைசேக்க ரும் (Bethe and Weizaker) வெளியிட்டு, அவைகளே எண் ணிறந்த விண்மீன்களின் ஆற்றல் மூலமாக இருக்க வேண்டும் என்று நிறுவினார்கள். இதைக் கார்பன்-நைட்ரஜன் சுற்று(Carbon-nitrogen cycle) புரோட்டான் புரோட்டான் தொடர் (Proton-proton chain) என்று குறிப்பிடுவார்கள். இந்த இரு வெப்ப அணுக்கரு வினைகளிலும் நான்கு புரோட்டான்கள் இணைந்து ஒரு ஹீலியம் (Helim) அணுவாக மாறுவதால் ஆற்றல் வெளிப்படுத்தப்

Koviloor Digital Library

Accession No. 36241
Date of purchase:
Call Number: 894.84



படுகின்றது. அதாவது சூரியன் மிகப்பெரிய ஹைட்ரஜன் குண்டாக இருந்துகொண்டு நமக்கு ஆற்றலைத் தருகின்றது என்று கூற லாம். நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் சேர்ந்து ஒரு ஹீலியம் அணுவாக மாறும்போது ஏற்படும் பொருள் இழப்பு வெப்பமாக விளைகின்றது. இது மேலும் மேலும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களை இணையத் தூண்டுகின்றன. இதனால்தான் வெப்பமும் ஒளியும் சூரியனிடமிருந்து தொடர்ந்து கிடைத்துவருகின்றன.

விண்வெளியில் உள்ள எல்லா விண்மீன்களும் ஒரே வெப்ப நிலையைப் பெற்றிருப்பனவல்ல. எனவே, விண்மீன்களில் ஏற்படும் அணுக்கரு பிணைவு வினைகளும் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்டதாய்க் காணப்படுகின்றன. குறைந்த வெப்பநிலையில் புரோட்டான் - புரோட்டான் தொடரும், உயர் வெப்ப நிலையில் கார்பன் - நைட்ரஜன் சுற்றும் நிகழும் வாய்ப்பு அதிகமாக இருக்கும். எனவே பெரிய அளவும், குறைந்த வெப்ப நிலையும் கொண்ட விண்மீன்கள் புரோட்டான் - புரோட்டான் தொடரைத் தன் ஆற்றல் மூலமாகக் கொள்ளுகின்றன. சிவப்பாகத் தோன்றும் விண்மீன்கள் காலத்தால் இளமையானவை. இவற்றை ஆங்கிலத் தில் Red giant என்று சொல்வார்கள். சிறிய அளவும், அதிக வெப்ப நிலையும் கொண்ட விண்மீன்கள் கார்பன் - நைட்ரஜன் சுற்று முறையைத் தம்முடைய ஆற்றல் மூலமாகக் கொள்ளு கின்றன. வெள்ளையாகத் தோன்றும் இவை காலத்தால் சற்று வயதானவை.

நமது சூரியனில் பொதுவாக இருவகை வெப்ப அணுக்கரு வினைகளும் நடைபெறுகின்றன. சூரியனின் உட்பகுதியில் கார்பன் - நைட்ரஜன் சுற்றும், புறப்பகுதியில் புரோட்டான் - புரோட்டான் தொடரும் இடைவிடாது நடைபெறுவதால் சூரியன் தொடர்ந்து நீண்ட காலமாக நமக்கு ஆற்றலைக் கொடுத்துக் கொண்டிருக்கின்றது.

அணுக்கருச் சேர்க்கைக் கொள்கைப்படி,சூரியனில் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இருக்கும் மட்டும்தான் நமக்கு ஆற்றல் கிடைக்கும் என்றாகின்றது. சூரியனில் ஹைட்ரஜன் தீர்ந்து போய் உலகம் அழிந்து விடுமோ என்று இப்பொழுதே பயப்படத் தேவை

Koviloor Digital Library



இல்லை. சூரியனில் ஏறக்குறைய $1.8 \times 10^{30}$ (180 கோடி கோடி கோடி கோடி) கிலோ கிராம் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இருப்பதாக மதிப்பிட்டிருக்கின்றார்கள். சூரியன் ஓர் ஆண்டிற்கு வெளியிடும் மொத்த ஆற்றலைக் கணக்கிட்டுப் பார்த்தால் (நாம் பெறும் ஆற்றல் அது வெளியிடும் ஆற்றலில் மிகச் சிறியதொரு பின்னமே ஆகும்) ஒவ்வோர் ஆண்டும் ஏறக்குறைய $1.9 \times 10^{19}$ (190,000 கோடிக்கோடி) கிலோ கிராம் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஹீலியமாக மாற வேண்டும் என்றாகின்றது. இப்படிச் சூரியனுடைய வாழ்வைக் கணக்கிட்டுப் பார்த்தால் அது ஏறக்குறைய இன்னும் பத்தாயிரங் கோடி ஆண்டுகளுக்குப் புவி மக்கள் தாங்கக் கூடிய அளவிற்குத் தொடர்ந்து ஆற்றலைக் கொடுத்துக் கொண்டேயிருக்கும். பின்னர் அதனுடைய வெப்ப நிலை ஈர்ப்புச் சுருக்கத்தினால் அதிகமாகி அளவிற்கு மீறிப் போய்விடலாம். அல்லது காலப்போக்கில் குளிர்ந்தும் போகலாம். அந்நிலையில் சூரியன் நிலையானதாக இருக்குமா என்பது ஐயமாக உள்ளது. எனினும் நீண்ட காலத்திற்கு ஆற்றலைத் தரும் சூரியனை வற்றாத ஆற்றல் வாயில் என்று சொல்வது மிகவும் பொருத்தமன்றோ!

நமக்கு இப்பொழுது ஓர் ஐயம் எழுகின்றது. சூரியனில் அணுக்கருச் சேர்க்கை அல்லது பிணைப்பு என்ற வினை ஏற்பட ஏதுவாக உயர் வெப்பநிலை எப்படி வந்தது? அனுமானத்தின் அடிப்படையில் வானியல் வல்லுநர்கள் இதற்கான விளக்கத்தைத் தந்துள்ளார்கள். அண்டமெல்லாம் பரவி இருக்கும் மெல்லிய வாயு மண்டலமே பொதுவாக ஒரு விண்மீனின் பிறப்பிற்குக் காரணமாக இருக்கின்றது. ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாகப் பரந்து விரிந்து கிடந்த வளிம மூலக்கூறுகள் ஒன்றை ஒன்று கவர ஆரம்பித்து, பின்னர் அவையே அடர்த்தியான வளிமக் கோளமாக உருவெடுக்கின்றது. துகள்களுக்கிடையே உள்ள கவர்ச்சி ஈர்ப்பு விசையானது, அவற்றுக்கிடைப்பட்ட தொலைவு குறையும்போது அதிகரிக்கின்றது. அதனால் வளிமக் கோளம் மேலும் மேலும் விரைவாக அதன் மையத்தை நோக்கிச் சுருங்க ஆரம்பிக்கின்றது மிதிவண்டிக் காற்றடிப்பான் காற்றை இறுக்கும்போது சூடேறுவதைப் போல இந்தச் சுருக்கத்தினால் வளிமக் கோளத்தின் வெப்ப நிலை 3000°—6000° செல்சியசு அளவிற்கு உயருகின்றது.

Koviloor Digital Library



இந்த வெப்ப நிலை உயர்வு ஈர்ப்புச் சுருக்கத்தை ஒரு வரம்பிற்கு உட்படுத்துவதோடு வாயுக் கோளத்திலுள்ள மிக இலேசான ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஹீலியம் அணுக்களாக இணையத் தூண்டுகின்றன.

## 4 சூரிய ஒளி - மின் காந்த அலைகள்

அணுக்கருச் சேர்க்கையால் விளையும் ஆற்றலைச் சூரியன் நாலாபக்கங்களிலும் கதிர் வீச்சாக உமிழ்கின்றது. சூரியனிலிருந்து சுமார் 15 கோடி கிலோ மீட்டர் தொலைவில் இருக்கும் நாம் அதில் சுமார் 100 கோடியில் ஒரு பங்கு ஆற்றலையே பெற்று வருகின்றோம். இந்த நுண்ணிய அளவு ஆற்றல் காலங்காலமாய், பூமியில் செய்து வந்த செயல்கள் பெரும் வியப்பை ஏற்படுத்துவன வாக இருக்கின்றன. இந்த ஆற்றல்தான் உலகில் உயிரின் தோற்றத்திற்கும் பரிணாம வளர்ச்சிக்கும் காரணமாய் இருந்திருக் கின்றது. தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு உறுதுணையாய் இருந்து அதன் மூலம் பிற உயிர்வாழ் இனங்களுக்கு உணவுப் பொருளை வழங்கி வந்திருக்கின்றது. இன்று நாம் பயன்படுத்தும் நிலக்கரி, பெட்ரோலியம், எரிவளி முதலான தொல் படிவு எரி பொருள் களுக்கும் (Fossil fuel) அந்தச் சூரிய ஆற்றல்தான் ஆதாரமா யிருந்திருக்கின்றது. அளப்பரிய சூரிய ஆற்றலில் பூமி பெற்று வந்த நுண்ணிய அளவு ஆற்றலே பூமியில் மகத்தான மாற்றங் களைச் செய்திருக்கின்றது என்று அறியும்போது வியப்பாக இருக்கின்றது.

சரி, இனி சூரியக் கதிர் வீச்சு எத்தன்மையது என்று பார்ப் போம். சூரியக்கதிர் வீச்சை நாம் பேச்சு வழக்கில் சூரிய ஒளி என்றும் வெயில் என்றும் கூறுகின்றோம். சூரியக்கதிர் விச்சு நிற மற்றதாக இருப்பதால் அதை ‘வெள்ளொளி’ என்றும் சொல்வார் கள். சூரியக் கதிர்வீச்சைக் கண்ணாடியாலான ஒரு முப்பட்டகத்தின் (Prism) வழிச் செலுத்தும்போது அது ஊதா (Violet), அவுரி நீலம் (Indigo), நீலம் (Blue), பச்சை (Green), மஞ்சள் (Yellow), ஆரஞ்சு (Orange), சிவப்பு (Red) என்ற வரிசையில் ஏழு வண்ணக் கதிர்களாகப் பிரிவதைப் பார்த்திருக்கின்றோம். இச்சோதனையை இயற்கையுங்கூட அவ்வப்போது செயற்படுத்திக் காட்டியிருக்

Koviloor Digital Library



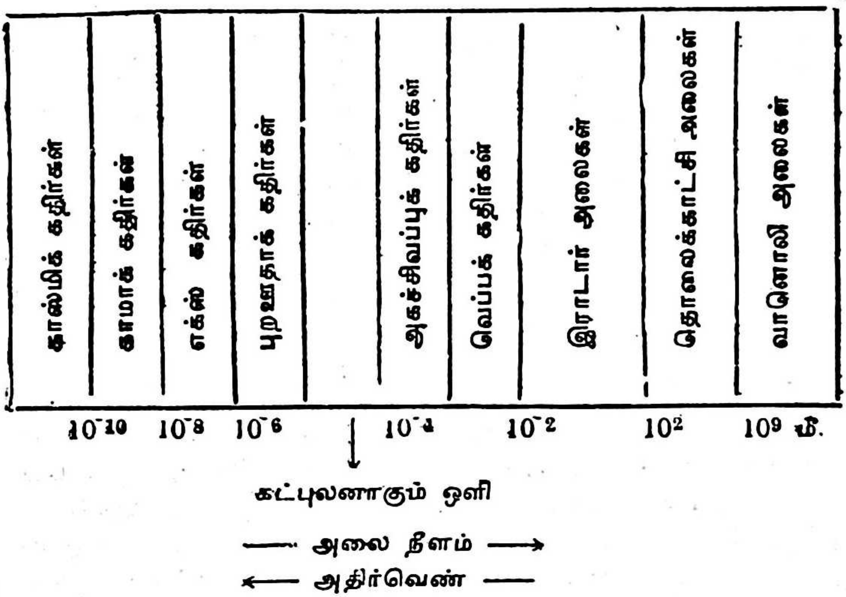
கின்றது. மழை பெய்து ஓய்ந்து வெயிலடிக்கும்போது வானவில் (Rainbow) தோன்றுவது ஏறக்குறைய இச்செயல் முறையை ஒத்ததுதான். இதை இயற்பியல் அறிஞர்கள் 'நிறப்பிரிகை' (Dispersion) என்று குறிப்பிடுவார்கள்.

ஒளி என்பது அலை வடிவில் பரவுகின்றது என்பதை மின் காந்த அலைக் கொள்கை நிறுவுகின்றது. முப்பட்டகத்தினால் பிரிக்கப்படும் நிற அலைகளும் மின் காந்த அலைகள் (Electro-magnetic waves) தாம். சூரிய ஒளியின் நிற நிரலில் ஊதா, சிவப்பு நிறங்களுக்கிடையேயுள்ள மின் காந்த அலைகளேயன்றி வேறு மின் காந்த அலைகளும் இருக்கின்றன என்றால் நீங்கள் வியப்படையலாம். ஊதா நிறக் கற்றைக்கு அப்பால் புற ஊதாக் கதிர்களும் (Ultraviolet rays), அதற்கும் அப்பால் எக்ஸ் கதிர்களும் (X-rays), காமாக் கதிர்களும் (Gamma rays) இறுதியாக ஆற்றல் மிக்க காஸ்மிக் கதிர்களும் (Cosmic rays) வருகின்றன. சிவப்பு நிறக்கற்றைக்கு அப்பால் அகச்சிவப்புக் கதிர்களும் (Infrared rays), இராடார் அலைகளும் (Radar waves), தொலைக் காட்சி அலைகளும் (Television waves) வானொலி அலைகளும் உள்ளன. இவற்றில் ஊதா முனைக்கு அப்பால் உள்ள குறைந்த அலை நீளங்கொண்ட கதிர்கள் ஆற்றல் மிக்கவை. சிவப்பு முனைக்கு அப்பால் உள்ள அதிக அலை நீளங்கொண்ட கதிர்கள் ஆற்றல் தாழ்ந்தவை. இதிலிருந்து மின் காந்த அலைத்தொகுப்பில் ஒரு சிறு பகுதியையே நமது கண்கள் உணரக் கூடிய நுட்பத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன என்பது தெரிய வருகின்றது. சூரிய ஒளியின் முழுமையான நிற நிரல் படம் 2-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து கட்புலனுக்கு உள்ளாகும் பகுதி எவ்வளவு நுண்ணியது என்பதைச் சரியாக ஊகித்தறிய முடிகின்றது.

Koviloor Digital Library
அழகப்பா பல்கலைக்கழகம்
Acession No 16648



படம் 2 மின்காந்த அலைத் தொகுப்பு




சூரிய ஒளி நிற நிரலை ஒரு நுட்பமிக்க வெப்பநிலைமானி (Thermometer) மீது விழுமாறு செய்து, வெப்பநிலைமானியை ஊதா முனை தொடங்கிச சிவப்பு முனை நோக்கி மெதுவாக நகர்த்திப் பார்த்தபொழுது, வெப்ப நிலை சிவப்பு முனைக்கு அப்பால் மிகவும் உச்சமாக இருக்கின்றது என்பது தெரிய வந்தது. இதிலிருந்து சூரியனுடைய வெப்பத்தை நீண்ட அகச சிவப்புக் கதிர்களே அதிகமாய் எடுத்துச் செல்லுகின்றன என்று சொல்லலாம். சூரிய நிற நிரலில் காணப்படும் பல வகையான மின் காந்த அலைகளே சூரிய ஆற்றலை வெளியே எடுத்துச் செல்லுகின்றன. ஆற்றலில் சுமார் 47 விழுக்காட்டை கட்புலனாகும் ஒளியும், சுமார் 45 விழுக்காட்டை அகச்சிவப்புக் கதிர்களும் சுமார் 7.5 விழுக்காட்டை புற ஊதாக் கதிர்களும், எஞ்சிய 0.5 விழுக்காட்டை பிற வகைக் கதிர்களும் எடுத்துச் செல்லுகின்றன. சூரிய ஆற்றலில் பெரும் பகுதியை ஏறக்குறைய சமமான அளவை நிற ஒளியும், அகச்சிவப்புக் கதிர்களும் எடுத்துச் செல்கின்றன என்பது

Koviloor Digital Library



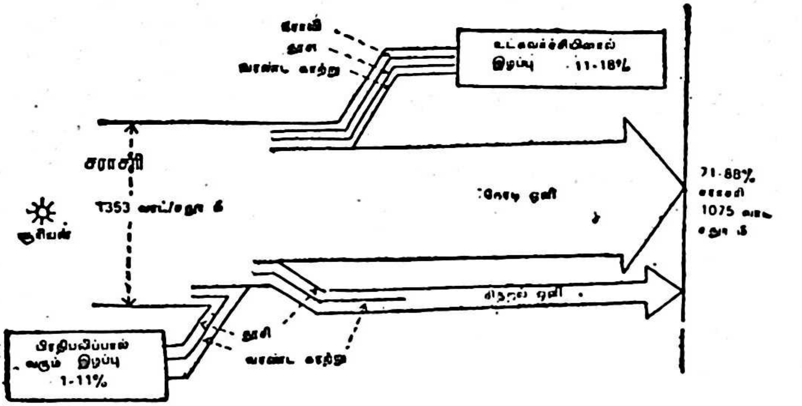
இதிலிருந்து அறிந்து கொள்ள முடிகின்ற ஓர் உண்மையாகும். மேலும் சிதறலடையாமல் அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் நீண்ட தூரம் ஊடுருவும் தன்மையுடையதால் அகச்சிவப்புக் கதிர்களே வெப்பத்தைத் தரவல்லனவாய் இருக்கின்றன. அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் ஒரு பொருளின் மீது விழும்போது அதில் உள்ள மூலக் கூறுகளை வலிமையாய் உந்துகின்றன. அம்மூலக்கூறுகளின் தன்னிச்சை இயக்கம் அதிகரிப்பதால், பொருளின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கின்றது. ஏனெனில் வெப்பநிலை அதிகரித்தால் ஒரு பொருள் நிலை மாற்றத்திற்கு ஆளாகி அதன் தன்னிச்சையான இயக்கம் அதிகரிக்கின்றது என்பதைத் திண்ம - நீர்ம - வளிம - பிளாஸ்மா நிலை மாற்றங்களிலிருந்து நாம் நன்கு அறிவோம்.

## 5 சூரிய ஒளியும் பூமியும்

சூரிய ஆற்றலானது பூமியின் மீது ஒரு சதுரமீட்டர் பரப்பிற்குச் சராசரியாக 1353 வாட் என்ற வீதத்தில் விழுகின்றது. இதையே சூரிய மாறிலி (Solar constant) என்று கூறுகின்றார்கள். பூமியின் சுற்றுப்பாதை சற்று நீள் வட்டமாக (Ellipse) இருப்பதால் சூரிய மாறிலியின் மதிப்பு 1300 முதல் 1400 வாட் வரையுள்ள மதிப்புகளைத் தொலைவிற்கு ஏற்ப பெற்றிருக்கின்றது. தவிர பூமத்திய ரேகைப் பகுதிகளில் சூரிய ஆற்றல் செறிவு மிக்கதாகவும் துருவப் பகுதிகளில் குறைவாகவும் இருக்கின்றது. இவற்றையெல்லாம் கருத்திற்கொண்டு, சுழலும் பூமிக்கு ஆண்டொன்றிற்குக் கிடைக்கும் சூரிய ஆற்றலைக் கணக்கிட்டால், அது சுமார் 7500 கோடிக்கோடி கிலோ வாட் மணி ஆற்றலைப் பெறுகின்றது என்பது தெரியவருகின்றது. இது சுமார் 12 இலட்சம் கோடி டன்கள் எடையுள்ள நிலக்கரியை எரிப்பதால் கிடைக்கும் வெப்ப ஆற்றலுக்குச் சமம் என்று கூறலாம்.

ஆனால், சூரியக் கதிர் வீச்சுகள் முழுதும் பூமியின் பரப்பை எட்டிவிடுவதில்லை. பூமியின் வளி மண்டலத்தை ஊடுருவிச் செல்லும்போது ஓரளவு பிரதிபலிக்கின்றன. கரியமில வாயு மற்றும் ஆக்ஸிஜன் முதலிய காற்று மூலக் கூறுகளினாலும், நீர் மூலக் கூறுகளினாலும் தூசிப்படலங்களினாலும் சூரிய ஆற்றல் கணிசமான அளவு உட்கவர்ந்து கொள்ளப்படுகின்றது; ஓரளவு

சிதறலுக்கும் உள்ளாகின்றது. வானம் நீல நிறமாக இருப்பதற்கு இந்த ஒளிச் சிதறலே காரணம். காற்று மூலக் கூறுகள் சிவப்பு அலைகளைவிட அலை நீளம் குறைந்த ஊதா நிற அலைகளைக் கூடுதலாக சிதறச் செய்வதால் வானம் நீல நிறமாகக் காட்சியளிக்கின்றது என்று இயற்பியல் வல்லுநர்கள் கூறுவார்கள். இது போன்ற பலபல காரணங்களினால் புவிப் பரப்பை உண்மையில் எட்டும் சூரிய ஆற்றல் ஓரளவு குறைவாகின்றது புவிப்பரப்பில் சூரிய மாறிலி சூழ்நிலை மற்றும் இடத்திற்கு ஏற்ப ஒரு சதுர மீட்டருக்கு 960 முதல் 1190 வாட் என்ற அளவில்தான் இருக்கின்றது. எனவே புவிப் பரப்பில் சராசரி சூரிய மாறிலியானது 1075 வாட் / சதுர மீட்டர் ஆக இருக்கின்றது (இங்கு வானம் மேகங்களற்ற தூய வெளியாகக் கருதப்பட்டுள்ளது). அதாவது இடையே உள்ள வளி மண்டலத்தால் சராசரியாக 20 விழுக்காடு ஆற்றல் இழக்கப்படுகின்றது. படம் 3 வளி மண்டலத்தில் சூரிய ஆற்றல் பெறும் இழப்பைக் காட்டுகின்றது.




படம் 3 வளி மண்டலத்தில் சூரிய ஒளியின் ஊடுருவல்

வளி மண்டலத்தில் மேகங்களிருந்தால் இன்னும் சூரிய ஆற்றல் புவிப்பரப்பை அடைவது தடை செய்யப்படுகின்றது. மேகங்கள் சூரிய ஆற்றலில் பெரும் பகுதியை எதிரொளித்து (பிரதிபலித்து) விடுகின்றன. சராசரியாக 50 விழுக்காடு இப்படி மேகங்களினால்

Koviloor Digital Library



தடுக்கப்பட்டுவிடுகின்றது. 15 விழுக்காடு பூமியின் பரப்பில் விழுந்து எதிரொளிக்கப்படுகின்றது. 5 விழுக்காடு மட்டுமே பூமியின் நிலப் பரப்பில் விழுந்து உட்கவர்ந்து கொள்ளப்படுகின்றது. ஏறக்குறைய 2 விழுக்காடு கடல் மற்றும் நிலப் பரப்பில் உள்ள பயிரினங் களினால் ஒளிச் சேர்க்கைக்குப் (Photosynthesis) பயன்படுத்தப் படுகின்றது. எஞ்சிய 28 விழுக்காடு பூமியில் உள்ள நீரை ஆவியாக்கிச் சற்று உயரத்திற்கு மேலே கொண்டு சென்று மேகங் களாகச் சேமித்துக் கொள்வதில் செலவிடப்படுகின்றது. மேகங் களில் இம்மாதிரி சேமித்து வைக்கப்படும் ஆற்றலே பின்னொரு காலத்தில் நீர் மின் நிலையங்களில் உற்பத்தியாகும் மின்னாற்ற லுக்குக் காரணமாகின்றது. ஆற்றலுக்கு அழிவில்லை என்பது இயற்பியலில் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட மிக முக்கியமான அமிசங் களுள் ஒன்று. இதன் படி வளி மண்டலத்தாலும், புவிப் பரப்பாலும் உட்கவரப்பட்ட ஆற்றல் எங்கும் போய்விடவில்லை. அந்தந்தப் பகுதிகளுக்குள்ளேயே சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. வளி மண்டலத்தில் உட்கவரப்பட்ட சூரிய ஆற்றல் காற்றலை ஆற்றலுக் கும், பூமியால் உட்கவரப்படும் ஆற்றல் நிலத்தடி வெப்ப (Geo thermal energy) ஆற்றலுக்கும், கடல் நீரால் உட்கவரப்பட்ட ஆற்றல் கடல் வெப்ப ஆற்றலுக்கும் (Ocean thermal energy) காரணமாக இருக்கின்றன. இந்த ஆற்றல்கள் அனைத்தும் சூரியன் நமக்கு மறைமுகமாகத் தரும் பிற ஆற்றல்களாகும். இந்த ஆற்றல்களையும் தக்க வழி முறைகளினால் பயன்படுத்திக் கொண்டு வளம் பெறமுடியும்.

Koviloor Digital Library



# 2. சூரிய ஆற்றலும் இயற்கையும்

## 6 பரிணாமமும் உயிர் வாழ்க்கையும் - சூரிய ஆற்றலின் முதற்பயன்

சூரியனிலிருந்து வரும் கதிர்களினால் இப்பூவுலகில் பல்வேறு செயல்கள் இடையறாது நடைபெற்றுக்கொண்டே இருக்கின்றன ஒளிச் சேர்க்கை சூரிய ஆற்றலைக் கொண்டு நடை பெறுவதால் உலகில் உணவு உற்பத்தி சூரிய ஆற்றலோடு தொடர்புடைய தாக இருக்கின்றது. காற்று வீசுதல், மழை பொழிதல், முதலானவைகூட சூரிய ஆற்றலின் பயனே மௌனமாய்க் கிழக்கே உதித்து மேற்கே மறையும் சூரியன் ஒவ்வொரு நாளும் செய்யும் பணி அளவிட்டறிய முடியாதது. சூரிய ஆற்றல் உட்கவரப்பட்டு வெப்பம் உண்டாவதினாலேயே பூமியின் நீர் மற்றும் நிலப்பரப்புகள் உறைந்து போய்விடாமல் தடுக்கப்படுகின்றன. சூரியனின் வெப்பம் இல்லையேல் கடல்களும், ஆறுகளும், குளங்களுமட்டுமல்லாமல் காற்றுங் கூட உறைந்து விடும் எனவே, சூரியனின் ஆற்றலினாலேயே நமக்கு உண்ண உணவு கிடைக்கின்றது; குடிக்க நீர் கிடைக்கின்றது; நமது உடம்பு உறைந்து போகாமல் உயிர் வாழ்வதும் இயலுவதாகின்றது.

சூரிய ஆற்றலினால் எத்துணையோ பயன்கள் நேற்றும் இன்றும் விளைந்திருக்கின்றன; நாளையும் விளையும் என்பதில் ஐயமும் இல்லை. சூரிய ஆற்றலின் பயன்களுள் மிக முக்கியமானது உலகில் உயிரினங்களின் தோற்றமும் அவற்றின் பரிணாம வளர்ச்சியும் தான். சூரியனுக்கு 9 கோள்கள் உள்ளன என்றும், அவற்றுள் மூன்றாவதாக நமது பூமி உள்ளது என்றும் முன்பு பார்த்தோம். ஒவ்வொரு விண்மீனுக்கும் சிலப்பல கோள்கள் இருக்கலாம் என்பதாலும், இப்பிரபஞ்ச வெளியில் சுமார் பத்துக் கோடிக் கோடிக் கோடி விண்மீன்கள் இருக்கின்றன என்பதாலும்,

Koviloor Digital Library



உயிரினம் வாழக் கூடிய சூழ்நிலை பூமியைத் தவிர வேறு கோள் களிலும் இருக்கக் கூடிய வாய்ப்பைப் புறக்கணிப்பதற்கில்லை. இருந்தாலும் சூரிய மண்டலத்தில் பூமியில் மட்டுமே உரியினம் உள்ளது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. உண்மையில் இது இவ்வுலகம் பெற்ற தவப்பயன் என்றுதான் கூற வேண்டும். ஏனென்றால், பூமிக்கு அருகில் இருமருங்கிலும் உள்ள கோள்களான வெள்ளி யிலும் சரி, சொவ்வாயிலும் சரி உயிரினம் வாழக்கூடிய சூழ்நிலை ஒரு சிறிதும் இல்லை. ஏனிந்தப் பாரபட்சம்? நமக்குக் கிடைக்கும் சூரிய ஆற்றலை வெள்ளியும், செவ்வாயும் மற்றும் பிற கோள் களும் பெற்றாலும் அங்கு உயிரினத் தோற்றம் ஏற்படாதது ஏன்? இதற்கெல்லாம் காரணம் சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் இடையேயுள்ள மிக அனுகூலமான தொலைவுதான்.

சூரியனுக்கு ஓரளவு அண்மையில் உள்ள புதன், வெள்ளி, செவ்வாய் முதலிய கோள்களைப் புவியொத்த கோள்கள் (Terrestrial Planets) என்பார்கள். ஏனென்றால் இவை நமது பூமியைப் போலக் கடினமான உள்ளகததையும், மெல்லியதாக ஒரு வளி மண்டலத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன தொடக்கக் காலத்தில், அதாவது பல கோடிக் கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் பூமியும் பிற புவியொத்த கோள்களைப் போல மெல்லிய வளிமண்டலத்தையே பெற்றிருந்தது.மெல்லிய வளி மண்டலத்தை மிக எளிதாக ஊடுருவிச் செல்வதால், சூரிய ஒளி அப்பொழுது ஓரளவு தாராளமாக, அதாவது இப்பொழுது விழுவதைவிடக் கூடுதலாக, பூமியின் பரப்பில் விழுந்து கொண்டிருந்தது. இதனால் பூமி மற்றும் புவியொத்த கோள்களில் உள்ள ஹைட்ரஜன் முதலிய இலேசான தனிமங்கள் வெப்ப இயக்கத்தினால் ஈர்ப்பை யும் மீறி வெளியேறி விட்டன. வியாழன், சனி, யுரேனஸ், நெப்டியூன் ஆகிய கோள்களைப் பூதமொத்த கோள்கள் (giant planets) என்பார்கள். இவை பெரும்பாலும் மிகச் சிறிய அளவுள்ள கடின் உள்ளகத்தையும் இலேசான தனிமங்களையும் பெற்றிருக்கின்றன. அதிகத் தொலைவின் காரணமாகக் கோள் களின் சராசரி வெப்ப நிலை மிகக் குறைவாகக் காணப்படு கின்றது. ஏறக்குறைய காற்றும் உறைந்து போனதால், அங்கு வளி மண்டலம் இருப்பதற்கு வழி இல்லை (புளுட்டோ இதற்கு

Koviloor Digital Library



மாறாகக் கடின உள்ளகத்தைப் பெற்றிருக்கின்றது. இது புவி யொத்த கோள் ஒன்றின் துணைக் கோளாக இருந்து வழி தவறி தப்பிச் சென்று கோளாக மாறியிருக்கலாம் என்று நவீன வானவியல் அறிஞர்கள் கூறுகின்றார்கள்).

பொதுவாக பூமியிலும், புவியொத்த கோள்களிலும் உள்ள வளி மண்டலத்தில் ஹைட்ரஜனின் அளவு அன்றும் இன்றும் குறைவாகவே இருந்து வந்திருக்கின்றது. ஆனால், பூமியில் ஹைட்ரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் கூடி நீராகி, அது நீரிய வடிவில் பேரளவில் இருந்திருக்கின்றது. இதனால் தொடக்கக் காலத்தில் பூமியானது ஈர நிலப்பரப்பும், ஆக்ஸிஜன் செழிப்புள்ள காற்று மண்டலமும் பெற்ற கோளாக இருந்திருக்கலாம் என்று ஊகிப்பது மிகச் சரியானதாகும்.

சூரியனுக்கு மிக அருகிலுள்ள புதனில் வெறும் கடினமான உள்ளகம் மட்டும்தான் இருக்கின்றது. சூரிய வெப்பத்தால் அதிகம் தாக்கப்பட்டு, அதன் வெப்பநிலை மிக அதிகமாய் உயர்ந்து விடுவதால், நீர் ஆவியாக்கப்பட்டு, காலப்போக்கில் நீர் மூலக் கூறும் ஹைட்ரஜன் - ஆக்ஸிஜன் ஆகப் பகுக்கப்பட்டு, தீவிரமான வெப்ப இயக்கம் காரணமாக வளி மண்டலத்தை விட்டுச் சென்றிருக்கலாம். இதனால் புதனில் காற்று மண்டலமே இல்லை. இதில் உருகு நிலை மிக்க உலோகங்கள் மட்டுமே இருப்பதால் இதன் சராசரி அடர்த்தி சற்றுக் கூடுதலாய் இருக்கின்றது.

வெள்ளியும், பூமியும் ஏறக்குறைய சமமான பரிமாணங் களைப் பெற்றிருக்கின்றன. தனிமங்களின் கூட்டுச் சேர்க்கையும் கூட ஒருமாதிரிதான் காணப்படுகின்றது. ஆனால், வெள்ளி, கரியமில வாயு அதிகமுள்ள தடிப்பான காற்று மண்டலத்தைப் பெற்றிருக்கின்றது. இத்தன்மையுடைய வளி மண்டலம் சூரியக் கதிர்வீச்சை நிலப்பரப்பிற்கு அனுமதிக்கின்றது. ஆனால் அதே காற்று மண்டலம் இடையறாது விழும் சூரியக் கதிர்வீச்சால் சூடேறிப் போன வெள்ளியின் நிலப் பரப்பு உமிழும் வெப்பக் கதிர் களை வெளியே செல்ல அனுமதிப்பதில்லை. இதனால் வெள்ளி நிலப் பரப்பின் வெப்ப நிலை கொஞ்சம் கொஞ்சமாக உயர்ந்து விடுகின்றது. இப்பொழுது அந்த வெப்ப நிலை 486° செல்சியசில்

Koviloor Digital Library



சமநிலை கொண்டிருக்கின்றது: இவ்வுயர் வெப்ப நிலையில் நீரானது நீரிய வடிவில் இருக்க முடியாது. அதனால், பூமியை அடுத்திருந்தாலும் வெள்ளியில் உயிரினம் தோன்றக்கூடிய சூழ் நிலை சிறிதும் இல்லை.

செவ்வாயில் மிக மெல்லிய வளி மண்டலம் இருக்கின்றது மனறு தூரம சூரியனை விட்டு ஓரளவு கூடுதலாகவே தள்ளி இருப்பதால் மிகவும குளிர்ச்சியாக இருக்கின்றது. அதனால் நீரானது திண்ம நிலையிலேயே இருக்கினறது.

பூமியானது சூரியனிலிருந்து, நீரின் உறை நிலை (Freezing point) வெப்ப நிலையைவிடக் கூடுதலாகவும், கொதிநிலை (Boiling point) வெப்ப நிலையைவிடக் குறைவாகவும் வெப்பம் பெறக்கூடிய வகையில் ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவில் இருக் கின்றது. தவிர அந்த வெப்பச் சமநிலையை நிலைநிறுத்திப் பாது காக்கக கூடிய வகையில் சரியான அளவில் வளி மண்டலத்தையும் பெற்றிருக்கின்றது. சூரிய வெப்பத்தால் பூமியின் சராசரி வெப்ப நிலை நீரின் உறைநிலை வெப்பநிலைக்கும், கொதி நிலை வெப்ப நிலைக்கும் இடைப்பட்டதாக இருந்ததால், ஒரு தொடர் சுற்று முறையில் நீர் ஆவியாக்கப்படுவதும், பின்னர் அது குளிர் விக்கப்பட்டு மழையாகப் பொழிவதும் வழக்கமாயிற்று. இந்த நிகழ்ச்சியே பூமியில் உயிரினத் தோற்றத்திற்கு வித்திட்டது எனலாம்.

காலப்போக்கில் பூமியின் உள்ளகத்திலிருந்து எரிமலை மூல மாகவும், எறிகற்கள் மூலமாகவும் வளிமக் கசிவு (Out gassing) ஏற்பட்டு ஓரளவு கனமான வளி மண்டலம் தோற்றுவிக்கப் பட்டது. வளிமக் கசிவிற்குப் பிறகு ஏற்பட்ட புதிய வளி மண்டலத் தில் மீதேன் (Methane), அமோனியா (Ammonia) போன்ற மூலக் கூறுகள் பேரளவில் இருந்தன. கரியமில வாயு மிகக் குறைவாக உள்ள மெல்லிய வளி மண்டலம் இருந்த அந்தக் காலத்தில் சூரியக் கதிர்களில் உள்ள புற ஊதாக் கதிர்கள் அதிக அளவில் பூமியின் பரப்பை எட்டின. இதன் ஆற்றல் மீதேன், அமோனியா ஹைட்ரஜன் மற்றும் நீர் மூலக்கூறுகள் இவற்றுக்கிடையே

Koviloor Digital Library



இரசாயன விளைவுகளைத் தூண்டின. இதற்கு வளி மண்டலத்தில் ஆயிரக்கணக்கில் ஏற்புட்ட முன்னலும் சாதகமாக இருந்தது.

இவ்வாறு புற ஊதாக் கதிர்களினால் பகிதாக உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மூலக்கூறுகள் உயிரியல் மூலக்கூறுகளின் ஆரம்பக் கட்டமாக அமைந்தன இந்தத் தொடக்க நிலையை நிலைப்படுத்திப் பாதுகாக்க மேகக் கூட்டங்கள் பெரிதும் துணை புரிந்தன. இந்த மேகங்கள் ஏறக்குறைய ஒரு வெப்பக் காப்பீடு போலச் செயல் பட்டன என்று சொல்லலாம். இப்பொழுதுங்கூட மேகங்கள் அந்தப் பணியைச் செய்து வருகின்றன. இது எப்படி என்று பார்ப்போம்.

ஒரு விளக்கத்திற்காக, சூரியன் சற்றுக் கூடுதலான வெப்பத்தைப் பூமிக்கு அளிப்பதாகக் கருதுவோம். பூமி கூடுதலான வெப்பத்தைப் பெறுவதால், அதன் சராசரி வெப்பநிலை அதிகரிக்கும். அதனால் கூடுதலான நீர் கடலிலிருந்து ஆவியாக்கப்பட்டு அடர்த்தியான மேகங்கள் கூடுதலாகத் தோற்றுவிக்கப்படும். இவை சூரியனின் கதிர் வீச்சைக் கூடுதலாக எதிரொளித்து விடுகின்றது. அதனால் கூடுதலாக வளி மண்டலத்தை ஊடுருவும் கதிர் வீச்சுகள் தடுக்கப்பட்டு விடுகின்றன. அதே சூரியன் சற்றுக் குறைவான வெப்பத்தைப் பூமிக்கு அளிப்பதாக இருந்தால், அதனால் எந்த விபரீதமும் ஏற்பட்டுவிடாது. நீர் ஆவியாவது தானாகக் குறைக்கப்பட்டு வளி மண்டலத்தில் குறைவான மேகங்களே அப்பொழுது இருக்கும். இவை சூரியக் கதிர் வீச்சைக் கூடுதலாக வளி மண்டலத்தை ஊடுருவிச் செல்ல அனுமதிக்கின்றன. இப்படி நீண்ட கால நெடுக்கையில் வெப்பநிலை மாறாமல் இருந்து வந்ததால் உயிரினத் தோற்றம் பரிணாம வளர்ச்சியில் ஈடுபட்டது. அதன் விளைவே இன்று நாம் பார்க்கின்ற தாவரங்களும், விலங்குகளும், மேல் நிலை உயிரினம் என்று கருதப்படுகின்ற மக்களும். இதை அறிவியல் மூலமான அனுமானங்களினால் வானவியல் மற்றும் உயிரியல் வல்லுநர்கள் ஒன்றிணைந்து தெரியப்படுத்தியிருக்கின்றார்கள். இதிலிருந்து உயிரினங்களின் தோற்றத்திற்கும் அதன் பரிணாம வளர்ச்சிக்கும் சூரியனே முதற் காரணமாய் இருந்திருக்கின்றது என்பதைத் தெளிவாய் அறிந்து கொள்ளுகின்றோம்.

Koviloor Digital Library



## 7 விறகு - கிராமத்திற்கு ஏற்ற எரிபொருள்

கிராம மக்களுக்கு மண்ணெண்ணெய், எரிவாயு முதலிய நவீன எரிபொருள்கள் பெரும்பாலும் எட்டுவனவல்ல. கிராம மக்கள் இன்றைக்கும் விறகைத்தான் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தி வருகின்றார்கள். சீனா, இந்தோனேசியா முதலான நாடுகளில் விறகு எரிபொருள் இன்றைக்கும் பரவலாய் உள்ளது. இந்தியாவி லும் எரிபொருள்களில் விறகு முக்கியப் பங்கேற்றிருக்கின்றது.

விறகு எப்படி வந்தது? அது மரத்திலிருந்து வெட்டி எடுக்கப் பட்ட பகுதி என்றால், மரம் எப்படி வந்தது? அது ஒளிச்சேர்க்கை யால் சூரியனிடமிருந்து கிடைத்த ஆற்றலைக் கொண்டு உணவை உற்பத்தி செய்வதால் வளர்ந்தது. எனவே, நாம் பயன்படுத்தும் விறகும் சூரிய ஆற்றலினால் மறைமுகமாகப் பெறப்படுகின்ற பயன் என்றுதான் சொல்லவேண்டும்.

ஓராண்டில் சுமார் 12 கோடி டன் விறகு நம் நாட்டில் மட்டும் எரிப்பதற்காக வெட்டப்படுகின்றது. பிற எரி பொருள்களின் விலை ஏற்றத்தால் எதிர்காலத்தில் விறகு இன்னும் அதிகமாக வெட்டப்படலாம். இதனால் காடுகள் மிக வேகமாக அழிவுற்றுப் போகக் கூடிய வாய்ப்பு ஏற்படுகின்றது. இக்காடுகளின் அழிவி னால் எண்ணற்ற தீங்குகள் விளையலாம் என்று சொல்லு கின்றார்கள். மழைக் குறைவு, உணவுப் பொருள் உற்பத்திக் குறைவு, திடீர் வெள்ளப் பெருக்கு, நில அரிப்பு முதலிய உடன் விளையும் ஆபத்துகள் அதிகரிக்கலாம். ஆனால், உடனுக்குடன் மரங்களை வளர்த்துக் கொண்டு வந்தால், அத்தீமைகளைக் களைவதுடன், நமது எரிபொருள் பிரச்சினையைக் கட்டுப்படுத்த வும் முடியும். இந்தியா போன்ற வெப்ப மிக்க நாடுகளில் 75 விழுக்காடு நிலப்பரப்பு தொடர்ந்து பயிர் விளைச்சலுக்காகப் பயன்படுத்த முடியாதபடி இருக்கின்றது. இந்நிலங்களை எரி திறன் மிக்க மரங்களை வளர்க்கப் பயன்படுத்தலாம். இதனால் 35 சதவீதத்திற்கும் அதிகமாக அப்பகுதிகளில் வாழும் மக்களுக்குப் பிழைப்பும் எரிபொருள் விறகும் கிடைக்கின்றன.

விறகு எரிபொருளைக் குறுகிய காலத்திற்குள் புதுப்பித்துக் கொள்ள இயலும் என்பதால், அதைப் பயமின்றிப் பயன்படுத்த

Koviloor Digital Library



லாம். தொல் படிவு எரி பொருள்களைப் போல, தீர்ந்துபோனால் என்ன செய்வது என்ற கவலை இதில் இல்லை. ஏனெனில் தொல் படிவ எரி பொருள்கள் பூமிக்கடியில் கோடிக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நிகழ்ந்த வேதியியல் மாற்றங்களினால் நிகழ்ந்தது. பயன்படுத்தி விடுவோமானால், அவற்றைத் திரும்பப் பெற பல ஆயிரமாண்டுகள் காத்திருக்க வேண்டிவரும். இருப்பு குறைந்து கொண்டே வருவதினாலும், தேவை அதிகரித்துக் கொண்டே வருவதினாலும் அதன் விலை உயர்ந்துகொண்டே வருகின்றது.

ஒரு மரத்தை விறகுக்காக வெட்டினால், அதன் அருகே சில மரங்களை நட்டு வளர்க்க வேண்டும். அப்போதுதான் காடுகளின் அழிவினால் வரும் கேடுகளிலிருந்து தப்பிக்க முடியும. மரத்தை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தினால் சில நன்மைகள் உண்டு. குறுகிய காலத்திற்குள் மீண்டும் புதுப்பித்துக் கொள்ள முடியாத நிலக்கரி, பெட்ரோலியம், எரிவளி (Gas) போன்ற தொல் படிவு எரி பொருள்கள் விரைவாகத் தீர்ந்து போய், கடுமையான ஆற்றல் பஞ்சம் விளைவது முதலாவதாகத் தடுக்கப்படுகின்றது. மர எரி பொருளை எரிபொருள் தேவைப்படும் இடங்களுக்கு அருகிலேயே உற்பத்தி செய்துகொள்ள முடியும். இதனால் எரிபொருளை இடத்திற்கு இடம் எடுத்துச் செல்லும் போக்குவரத்துச் செலவு இல்லை. எனவே ஓரளவு மலிவாகக் கிடைக்கும். மரத்தின் எரி எச்சங்களையும், சாம்பலையும் உரமாகப் பயன்படுத்தலாம். விரைவான வளர்ச்சியும், உயர் எரி திறனும், எல்லாப் பருவ நிலைகளையும் தாங்கிக் கொள்ளக் கூடிய தன்மையும், எல்லா வகையான மண் வளத்திலும் வளரக்கூடிய தன்மையும் பொதுவாக விறகு எரிபொருளுக்காக நாம் வளர்க்கும் மரங்கள் பெற்றிருக்க வேண்டும். அந்த வகையில் யூகலிப்டஸ் மற்றும் சவுக்கு மரங்கள் சிறந்த பயனைத் தருவதாக இருக்கின்றன.

## 8 தொல் படிவு எரிபொருள்

இந்தியாவில் நிலக்கரி ஓரளவு கணிசமாகக் கிடைக்கின்றது. பெட்ரோலியமும் எரிவளியும் ஓரளவு அதிக அளவில் கிடைக்க லாம் என்று இப்பொழுது கண்டுபிடித்திருக்கின்றார்கள். மொத்தம் 210 கோடி டன் நிலக்கரி இந்தியச் சுரங்கங்களில் இருக்கின்றது

Koviloor Digital Library



எனக் கனிவள வல்லுநர்கள் மதிப்பிட்டிருக்கின்றார்கள். மதிப்பிடா மல் இருக்கும் நிலக்கரி சுமார் 600 கோடி டன் இருக்கலாம் என்று ஊகித்திருக்கின்றார்கள். ஓரளவு எரிதிறன் தாழ்ந்த நிலக்கரி தமிழ்நாட்டில் உள்ள நெய்வேலியில் கிடைக்கின்றது. இந்தியாவில் ஒவ்வோர் ஆண்டும் சுமார் 9 கோடி டன்கள் நிலக்கரிச் சுரங்கங்களிலிருந்து வெட்டி எடுக்கப்பட்டுப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இதில் மூன்றில் ஒரு பங்கு மின் உற்பத்திக்குப் பயன்படுகின்றது. இந்தியாவில் அனல் மின் நிலையங்களைக் கொண்டு சுமார் 58 விழுக்காடு ஆற்றலை உற்பத்தி செய் கின்றார்கள்.

உலகம் தோன்றிய தொடக்கக் காலத்தில் நில நடுக்கம், நில அதிர்ச்சி அதிகமாக இருந்ததால், காடுகளில் உள்ள பெருவாரி யான மரங்கள் அடிக்கடி அழிந்து போயின. நிலப்பகுதிகள் இடப் பெயர்ச்சிக்கு ஆளாகிக் கடல் மலையாகவும், மலை கடலாகவும் மாறின. இதனால் மரங்களும், இலை தழைகளும் பூமியின் ஆழத்தில் புதைந்து மக்கிப் போயின. நீண்ட காலமாகச் சூரிய வெப்பத்தில் காய்ந்ததாலும், பூமியின் மேற்புறப் பகுதிகளின் இறுக்கத்தினாலும் அவை பிழியப்பட்டு நிலக்கரியாக மாறின. பெட்ரோலிய எண்ணெய் கூட, தொல்பொருள்களின் எச்சம்தான். இயற்கையின் சீற்றத்தினால் இது போலச் செத்து மடிந்து ஆழத்தில் புதைந்து போன விலங்குகளின் கொழுப்பும், தாவர எண்ணெய்களும் காலப்போக்கில் பெட்ரோலிய எண்ணெய் ஆக மாறிவிட்டன. இறுக்கப்படும்போது வெளிப்பட்ட வளியே, காலப் போக்கில் எரிவளியாகி விட்டது.

இந்தியாவில் நீண்ட காலமாகப் பெட்ரோலிய எண்ணெய் இருப்பிடங்கள் கண்டறியப்படாமலே இருந்து வந்தன. நவீன ஆராய்ச்சி வசதிகளைக் கொண்டு இப்போது பல பெட்ரோலியப் படுகைகளைக் கண்டுபிடித்திருக்கின்றார்கள். இந்தியாவில் ஏராளமாக எண்ணெய் வளம் இருக்கலாம் என்பதை இந்திய எண்ணெய் மற்றும் எரிவளிக் குழு கண்டு பிடித்திருக்கின்றது. தற்பொழுது அஸ்லாம், பம்பாய் ஹை (Bombay High) போன்ற இடங்களில் எண்ணெய் எடுக்கப்பட்டு வருகின்றது. பம்பாய்

Koviloor Digital Library



ஹைற என்ற இடத்திலிருந்து மட்டும் ஆண்டொன்றுக்கு அரைக் கோடி டன் எண்ணெய் கிடைத்து வருகின்றது. எதிர்காலத்தில் இதன் அளவு இன்னும் கூடும் வாய்ப்பிருக்கின்றது. காவேரிப் படுகைகளில் உள்ள நாகப்பட்டினம், வேதாரணியம் பகுதிகளில் புதிய எண்ணெய் வளங்களைக் கண்டுபிடித்திருக்கின்றார்கள். பொதுவாக எண்ணெயோடு எரி வளியும் சேர்ந்தே கிடைக்கின்றது. திரிபுரா பகுதிகளில் புதிதாக எரிவளிக் கிணறுகளைக கண்டுபிடித்திருக்கின்றார்கள். நாம் இன்றைக்குப் பயன்படுத்தும் LPG என்ற சமையல்வளி இதுவேயாகும்.

இவ்வளவு கிடைத்தும் அவை நமது எரிபொருள் தேவைக்குப் போதாமலலயே இருந்து வருகின்றன. ஏறக்குறைய 1.5 கோடி டன் சுத்தம் செய்யப்படாத பெட்ரோலியத்தை ஒவ்வொரு ஆண்டும் நாம் அரபு நாடுகளிலிருந்து இறக்குமதி செய்கிறோம். இதனால் நமது அன்னியச் செலாவணி அதிகமாகின்றது. இந்தியாவில் பெட்ரோலிய எண்ணெயைத் தொழிற் சாலைகளிலும், போக்கு வரத்துச் சாதனங்களிலும் பயன்படுத்துகின்றார்கள். பொதுவாக இந்தியாவில் எண்ணெய் மின் நிலையங்கள் குறைவு. ஏறக்குறைய 1 விழுக்காடு மின் ஆற்றல் எண்ணெய்களைக் கொண்டு உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது.

தொல் படிவு எரிபொருள்கள் பொதுவாக சுரங்கங்களிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன. சுரங்கங்களுக்குத் தொடக்க முதலீடு மிகவும் அதிகம். தவிர இவை நாட்டின் குறிப்பிட்ட ஒரு சில பகுதிகளில் மட்டும் கிடைப்பதால், அவற்றை எடுத்துச் செல்லும் செலவு தவிர்க்க முடியாததாகின்றது. அதனால் அதன் விலை சற்றுக் கூடுதலாய் இருக்கின்றது.

எரி பொருள்களின் தேவை, பெருகி வரும் மக்கட் தொகையினாலும், மேம்பாடடைந்து வரும் நாடுகளில் நடந்து வரும் தொழிற் புரட்சிகளினாலும் மிகவும் கூடியுள்ளது. மேலும் மேலும் தொல் படிவு எரிபொருள்களை எரிப்பதினால் காற்று மண்டலத்தில் கரியமில வாயு அதிகமாகச் சேகரிக்கப்படுகின்றது. இப்படி காற்று மண்டலத்தில் பெருகி வரும் கரியமில வாயுவி

Koviloor Digital Library



னால் பூமியில் உயிர் வாழ்க்கை பாதிக்கப்படலாம் என்று அறிவியலாளர் கூறுகின்றார்கள்.

இந்தப் பாதிப்புகளிலிருந்து விடுபட வேண்டுமானால் முடிந்த அளவு மரங்களை நட்டு வளர்க்கவேண்டும். ஏனெனில் மரங்கள் காற்றில் உள்ள கரியமில வளியை உறிஞ்சி தன்னகத்தே வைத்துக் கொள்ளுகின்றன.

## 9 சூரிய ஆற்றலைப் பற்றிய சிந்தனை ஏன்?

இயற்கை நமக்கு நன்கொடையாகக் கொடுத்த ஆற்றல் மூலங்களான நிலக்கரி, பெட்ரோல், எரிவளி முதலானவை வற்றிப் போய்விடக் கூடிய ஒரு காலக்கட்டத்தில் இன்று நாம் வாழ்ந்து கொண்டிருக்கின்றோம். பெருகி வரும் மக்கள் தொகையினா லும், நாகரிக வளர்ச்சியின் காரணமாக நமது ஆற்றல் தேவை அதிகரித்துக் கொண்டே வருவதினாலும் எரிபொருள் என்பது என்றும் பற்றாக்குறையாகவே இருந்து வருகின்றது. இதை ஈடு செய்ய தொல் படிவு எரிபொருள்களைத் தவிர வேறு ஆற்றல் மூலங்களையும் பயன்படுத்த வேண்டியது இன்றியமையாததா கின்றது. அதனால்தான் வல்லுநர்கள் நீர் மின் நிலையங்களை யும், காற்றாலைகளையும் நிறுவி மின்னாற்றலைப் பெற அறிவுறுத்துகின்றார்கள். இந்த ஆற்றல் மூலங்களும் சூரிய ஆற்றலின் பயனே ஆகும்.

சூரிய ஆற்றல் நமது வளி மண்டலத்தை ஊடுருவிச் சென்று புவிப்பரப்பில் விழும்போது அதில் சுமார் 28 விழுக்காடு நீரை ஆவியாக்கி மேலே எடுத்துச் செல்லவும், சுமார் 10 விழுக்காடு காற்றில் உள்ள மூலக்கூறுகளை வெப்பப்படுத்தவும் செலவிடப் படுகின்றது. இப்படிக் கனிசமான சூரிய ஆற்றல் நீரிலும், காற்றிலும் உறைந்திருப்பதால் அதைப் பயன்படுத்துவதும் நன்மையாக அமையும்.

தொல் படிவு எரிபொருள் என்பது ஆண்டாண்டுக் காலமாக பூமியில் சேமிக்கப்பட்டுப் பாதுகாக்கப்பட்டு வரும் சூரிய ஆற்றலே ஆகும். நீரின் நிலை ஆற்றல் மற்றும் காற்றலை ஆற்றல்

Koviloor Digital Library



என்பது அப்போதைக்கப்போது நீர் மற்றும் காற்று மண்டலங்களில் உறையும் சூரிய ஆற்றலாகும்.

நீர் மற்றும் காற்று மின் நிலையங்களின் எளிய தொழில் நுட்பங்கள், குறைந்த நிருவாகச் செலவு, வெளியேற்றப்படும் கழிவுப் பொருள்களால் சுற்றுப்புறம் கெட்டுப்போதல் இல்லாமை, எந்திரக் கருவிகளை இயக்க எரி பொருள் செலவு ஒரு சிறிதும் இல்லாமை முதலான காரணங்களினால் இவ்வகை ஆற்றல் மூலங்களைப் பொதுவாக உலகில் எல்லா நாடுகளும் பயன்படுத்திக் கொள்வதில் அக்கறை காட்டிவருகின்றன. பல்வேறு மாறுபட்ட பருவ நிலைகளைப் பெற்றிருக்கும் இந்தியா போன்ற நாடுகளுக்கு நீர் மின்னாற்றல் மிகவும் வசதியானதாகும். நமது மின்னாற்றல் தேவையை இந்த நீர் மின் நிலையங்களே அதிக அளவு நிறைவு செய்யக் கூடியனவாக இன்று இருந்து வருகின்றன. இந்தியாவில் உள்ள அனைத்து நீர் மின் நிலையங்களும் ஆண்டொன்றுக்குச் சுமார் நாலாயிரத்து ஐநூறு கோடி வாட் மின் ஆற்றலை உற்பத்தி செய்யும் திறன் கொண்டவை. ஆனால், இந் நீர் மின் நிலைய்ங்கள் ஆண்டொன்றுக்குச் சுமார் 2500 கோடி வாட் மின் ஆற்றலை மட்டும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இதனால் நீர் மின் நிலையங்களின் பயனுறு திறன் 60 விழுக்காடாக உள்ளது என்று கூறலாம்.

எதிர் கால ஆற்றல் தேவைக்கு இன்னும் நீர் மின் நிலையங்களையும் காற்றலை மின் உற்பத்தி அமைப்புகளையும் நம்பிக் கொண்டிருப்பதில் பயனில்லை. நீர் மின் நிலையங்களுக்குப் பொதுவாகத் தொடக்க முதலீடு சற்று அதிகம். பயனுறு மின்னாற்றலைப் பெற பாதுகாப்பான உறுதியான அணைக்கட்டுகளையும், அதை ஒட்டியவாறு நீர் மின் நிலையங்களையும் கட்ட வேண்டும். இதற்குச் சற்றுக் கூடுதலான காலம் ஆகின்றது. மேலும் பருவ மழை பொய்த்துவிடும்போது, நீர்ப்பிடிப்புப் பகுதிகளில் நீர் தேக்கப்படாமல் விட்டுப் போகின்றது. அதனால் மின் உற்பத்தி மிகுந்த அளவு பாதிக்கப்படுகின்றது. தவிர நீர் மின் உற்பத்தி எப்பொழுதும் ஒரு வரம்பிற்கு உட்பட்டதாக இருப்பதால், எதிர்காலத்தில் நமக்குக் கூடுதலாய்த் தேவைப்படும் ஆற்றலுக்கு நீர் மின் நிலையங்கள் துணை செய்யா.

Koviloor Digital Library



காற்றாலைகளை அமைத்து மின்னாற்றல் பெறும் முறையில் உலக நாடுகள் சில இப்பொழுது அதிகக்கவனம் செலுத்தி வந்தாலும், காற்றலை மின் உற்பத்தியும் ஒரு வரம்பிற்கு உட்பட்டதுதான். மேலும் பெரிய அளவில் மின் உற்பத்தி செய்ய இவை பயனளிப்பனவல்ல. சிறு தொழில் நிறுவனங்களுக்குத் தேவைப்படும் குறைந்த அளவு மின்னாற்றலுக்கும், வயல் வெளிகளில் உள்ள கிணறுகளிலிருந்து நீர் இறைப்பதற்கும் இது மிகவும் பொருத்தமானது. இங்கிலாந்து நாட்டில் ஏராளமான காற்றாலைகள் அமைக்கப்பட்டு இதுபோன்ற பயன்பாட்டில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. காற்றாலை மின் உற்பத்தி அமைப்பு சிக்கனமாகவும், சிறப்பாகவும் செயலாற்ற வீசும் காற்று தொடர்ச்சியாகவும், வேகமிக்கதாகவும் இருக்க வேண்டும். காற்றின் குறைந்த அளவு வேகம் மணிக்கு 15 கிலோ மீட்டராக இருப்பது நல்லது. வேகங் கொண்ட காற்று உலகின் பல பகுதிகளில் வீசிக் கொண்டிருககின்றது. ஆனால், இந்தியாவில் ஒரு சில பகுதிகளைத் தவிர வேறு பல பகுதிகளில் காற்றின் வேகம் அதிகமாக இல்லை. இதனால் இந்தியாவில் காற்றலை ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும் வழிமுறைகளில் எவரும் தனிக் கவனம் எடுத்துக் கொண்டதாகத் தெரியவில்லை. பொதுவாக, கற்றலை ஆற்றல் நமது ஆற்றல் பிரச்சினைக்குச் சரியான தீர்வு என்றில்லா விட்டாலும், நெருக்கடியை ஓரளவு சமாளிக்க வழி வகுக்கின்றது எனலாம்.

ஆற்றல் பிரச்சினையைச் சமாளிக்கப் பின்பற்றப்படும் பிற ஆற்றல் மூலங்கள் தரையடி வெப்ப ஆற்றலும், கடல் அலை ஆற்றலும் ஆகும். இவ்வழி முறைகளை மின்னாற்றல் உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தினால் அதற்கு ஆகும் செலவு, நீர் மின் உற்பத்திக்கு ஆகும் செலவைவிடக் கூடுதலாக இருக்கின்றது. மேலும் குறிப்பிட்ட சில பகுதிகளில் மட்டுமே பயனுறு திறன் மிக்க முறையில் இவற்றைப் பயன்படுத்த முடியும். இதனால் இப்புதிய ஆற்றல் மூலங்கள் இன்னும் பரவலாக்கப்படவில்லை.

ஆற்றல் பிரச்சினையின் தீர்வுக்கென அடுத்து நமது எண்ணத்தில் வருவது அணு ஆற்றலாகும். அணுக்களை எல்லாம் ஆற்றல்

Koviloor Digital Library



துவலைகள் என்று முன்பு குறிப்பிட்டுச் சொன்னோம். அணுவி லிருந்து ஆற்றல் இரு வகைகளில் பெறப்படுகின்றது. கனமான ஓர் அணுவைப் பிளந்தும், இலேசான இரு அணுக்களை இணைத்தும் அணு ஆற்றலைப் பெறலாம். முன்னது அணுக்கருப் பிளப்பு (Nuclear fission) என்றும், பின்னது அணுக்கருப் பிணைப்பு (Nuclear fusion) என்றும் கூறப்படும் அணு ஆற்றலானது அணுக் கிரியையின் போது ஏற்படும் நிறை வேறுபாடு தான் என்பதை முதல் அத்தியாயத்தில் பார்த்தோம். ஓரளவு அதிகப் பயனுறு திறனோடு, ஏறக்குறைய நீர் மின் நிலையங்களைப் போல நடை முறைப்படுத்தக் கூடிய வழி முறைகளுள் அணுக்கருப் பிளப்பு ஆற்றல் மிகவும் நம்பகரமாக இருக்கின்றது. இதனால் இந்தியா உட்பட பல நாடுகள் அணு சக்தியை வெளிப்படுத்தும் திட்டங் களை விரிவுபடுத்திக் கொண்டு வருகின்றன. அணு உலை (Atomic reactors) களைக் கட்டுவித்து இன்று அணு ஆற்றலைப் பெற்று வருகின்றார்கள். அணு உலைகளில், யுரேனியம் போன்ற கனமான அணுக்களின் கருக்களைப் பிளப்பிற்கு உட்படுத்துகின் றார்கள். இந்த உலைகளில் ஒரு சாதகம் என்னவென்றால், அணுக் கருப் பிளப்பு வினையை ஒருமுறை தோற்றுவித்து விட்டால், தக்க சில அமைப்புகளைக் கொண்டு அவ்வினையானது இடைவிடாது தொடர்ந்து நடைபெறும்படி செய்து விடலாம். இதையே அணுக்கருத் தொடர் வினை (Nuclear chain reaction) என்கின்றார்கள். தொடர் வினையின் போது ஏற்படும் பொருண்மை இழப்பு அளப்பரிய ஆற்றலை வெப்ப ஆற்றலாக வெளிப்படுத்துகின்றது. இதைக் கொண்டு நீரை நீராவி ஆக்கி மின் உற்பத்திச் சாதனங்களை இயக்குகின்றார்கள். இதுவே ஓர் அணு மின் உலை செய்து வரும் செயலாகும்.

இன்று உலகெங்கும் சுமார் 300 அணு மின் உலைகளும் நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட ஆராய்ச்சி அணு உலைகளும் இயங்கிக் கொண்டிருக்கின்றன. நம் நாட்டில் பம்பாயில் உள்ள பாபா அணு ஆராய்ச்சி நிலையத்தில், அப்ஸரா சைரஸ், பூர்ணிமா, ஜெர்லீனா என்ற நான்கு ஆராய்ச்சி அணு உலைகளும், அணு மின் நிலையங்களாக மூன்று அணு உலைகளும் உள்ளன. இவை பம்பாய்க்கு அருகில் உள்ள தாராப்பூரிலும், இராஜஸ்தான்

Koviloor Digital Library



மாநிலத்தில் உள்ள இராணப் பிரதாப் சாகரிலும், சென்னைக் கருகில் உள்ள கல் பாக்கத்திலும் உள்ளன. நான்காவது அணு மின் நிலையம் உத்திரப்பிரதேசத்தில் உள்ள நரோராவில் கட்டப் பட்டு வருகின்றது. நமது மொத்த ஆற்றல் தேவையில் சுமார் 3 விழுக்காடு இந்த அணு மின் நிலையங்கள் கொடுத்து வருகின்றன. இந்தியாவில் 52,000 டன்கள் எடையுள்ள யுரேனியமும், 320,000 டன்கள் எடையுள்ள தோரியமும் இருக்கின்றன என்று கனிவள வல்லுநர்கள் மதிப்பிட்டிருக்கின்றார்கள். யுரோனியம் பீகாரில் உள்ள சாதுகுடா என்னுமிடத்திலும், தோரியம் கேரளக் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் கிடைக்கின்றன நிலக்கரி வளத்தைவிட அணு எரிபொருள் வளம் குறைவாக இருந்தாலும். ஆற்றலை அளிப்பதில் யுரேனியத்தின் பயனுறு திறன் கூடுலாக இருக் கின்றது. இந்தியாவில் கிடைக்கும் அணு எரி பொருளைக் கொண்டு ஓரிரு நூற்றாண்டுகளுக்கு அணு ஆற்றலைப் பெற முடியும் என்று கூறுகின்றார்கள்.

நம்முடைய தணியாத ஆற்றல்தாகம்தான், பிற ஆற்றல் மூலங்களைப் பயன் படுத்திக் கொள்ளத் தூண்டுகின்றது. ஆனால் நாம் தேர்ந்தெடுக்கும் புதிய ஆற்றல் மூலமானது நீண்ட காலத்திற்குப் பயனளிக்க வல்லதாகவும் பொருளாதார அளவில் செலவு சிக்கனமானதாகவும் இருக்க வேண்டும். அந்த விதத்தில் அணு ஆற்றல் பற்றாக்குறையை பயனுறு திறனோடு ஈடுகட்டக் கூடியதாக இருக்குமா என்ற ஐயம் இன்றைக்கு அறிவிய லாளரிடையே எழுந்துள்ளது.

பொதுவாக, கனமான தனிமங்களின் செழிப்பு உலகில் குறைவாகவே இருக்கும். அதன்படி உலகில் யுரேனியத்தின் வளம் மிகக் குறைவாகத்தான் உள்ளது. எனவே, தொல் படிவு எரி பொருள்களைப்போல யுரேனியமும் ஒரு குறுகிய காலத்தில் முற்றி லும் தீர்ந்து போய்விடக்கூடிய. சூழ்நிலை இருக்கின்றது. ஈனுலைகளைக் (Breeder reactors) கொண்டு இந்தக் காலம் ஓரளவு நீட்டிக்கப்படலாம். ஒரு வகை அணு எரிபொருள் எரிக்கப் படும் போது மற்றொரு வகை அணு எரிபொருள் இது போன்ற ஈனுலைகளைப் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யப்படுவதினாலேயே

Koviloor Digital Library



இது இயலுவதாகின்றது. இதன் காரணமாக அணு ஆற்றல் என்பது ஆற்றல் பிரச்சினையின் நிலையான தீர்வாகாது என்று கூறுகின்றார்கள். மேலும் அணு எரி பொருளுக்காகத் தாதுப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுப்பதும் அதிகச் செலவு பிடிக்கும் நடைமுறைகளாக இருக்கின்றன. இதற்குக் காரணம் இத்தகைய செயல் முறைகள் பொதுவாக உயர் தொழில் நுட்பங்களினால் மட்டுமே செய்ய முடிவனவாக இருப்பதுதான். தவிர, பாதுகாப்பான அணு உலைகளை அமைக்க நீண்ட காலமாகின்றது. கட்டுமானச் செலவும், நிருவாகச் செலவும் அளவுக்கு அதிகமாக உள்ளன. இதனால் அணு எரிபொருள் முற்றிலும் தீர்ந்து போன பிறகு அதிக முதலிடு செய்யப்பட்டுள்ள அணு உலைகள் பயனின்றிப் பாழாகின்றன.

'அணு சக்தி ஆக்கத்தில் மறைந்திருக்கும் அழிவே' என்றொரு குற்றச்சாட்டும் இன்றைக்குப் பரவலாகப் பேசப்பட்டு வருகின்றது. என்னதான் 20-ஆம் நூற்றாண்டின் ஆற்றல் நெருக்கடி நிலைக்குச் சரியான தீர்வு என்று இருக்கும் சில புள்ளி விவரங்களைக் கொண்டு வாதிட்டாலும், அணு சக்தியினால் அபாயம் என்ற கருத்தைப் புறக்கணிக்கமுடியவில்லை. அண்மைக் காலங்களில் உலகெங்கும் நடைபெற்ற சில அணு உலை விபத்துக்கள் இக் கருத்தை உறுதி செய்வதோடு ஒரு புதிய படிப்பினையைச் சுட்டிக் காட்டி நமக்கு விருப்புணர்ச்சி ஊட்டுவனவாய் அமைந்துள்ளன. இதனால் உலகின் பல பகுதிகளில், முக்கியமாக செருமனி, நார்வே, ஸ்வீடன், ஹங்கேரி முதலிய நாடுகளில் அணு ஆற்றல் எதிர்ப்பு எண்ணம் மெள்ளத் தலைதூக்கி வருகின்றது. இரண்டாம் உலகப் பெரும் போரின் போது சப்பானில் உள்ள நாகசாகி, ஹிரோசிமா முதலான இடங்களில் வெடிக்கப்பட்ட அணுகுண்டுகள் விளைவித்த தீங்குகளே இந்த எதிர்ப்பு எண்ணத்திற்குத் தொடக்கக் காரணமாய் இருந்தது எனலாம்.

வேறோர் ஆற்றல் மூலத்தை ஏற்றுக் கொள்வதற்கு முன்னால், அதனால் விளையும் நன்மை தீமைகளை அலசிப் பார்க்க வேண்டும். கிணறு வெட்டப் பூதம் கிளம்பிய கதையாகிவிடக் கூடாது. அணு சக்தி தீமையே என்று வாதிடுவோர் கருத்திற்

Koviloor Digital Library



கொள்வது கதிரியக்கத்தினால் விளையும் தீங்குகளையே. கருப் பிளப்புக் கிரியையின் போது எஞ்சும் விளை பொருள்கள் பெரும் பான்மையானவை கதிரியக்கம் (radioactiviy) கொண்டனவாய் இருக்கின்றன. கதிரியக்கம், என்பது சில வகை ஒத்த தனிமங்களி னால் உமிழப்படும் ஆற்றல் மிக்க கதிர்களாகும். இவை ஆல்பா (Alpha), பீட்டா (Beta) மற்றும் காமா (Gamma) கதிர்கள் என்று சொல்லப்படும் மூன்று வகையான கதிர்களின் சேர்க்கையா கும். அணுக்கருப்பிளப்பின் போது கடுமையான கதிரியக்கம் கொண்ட விளைபொருள்கள் அணு உலையில் தங்கிவிடுகின்றன. அவற்றுள் ஸ்டிரான்சியம் 90ஐயும் சீசியம்-137ஐயும் குறிப்பிட்டுச் சொல்லலாம். ஸ்டிரான்சியம் 90-இன் ஆற்றல் மிக்க கதிரியக்கம், நம்மைத்தாக்கி, எலும்புகளைக் கிளர்ச்சியுறச் செய்கின்றது. இதனால் எலும்புப் புற்றுநோய், எலும்பு மச்சையில் இரத்த அணுக்களின் உற்பத்திப் பாதிப்பு முதலான தீங்குகள் ஏற்படு கின்றன. சீசியத்தின் கதிரியக்கம் உடனடி விளைவாக, தோல் புண் மற்றும் இரத்த அணுக்களின் எண்ணிக்கையில் மாற்றம் முதலான தீங்குகளும், தாமத விளைவாக மலட்டுத்தன்மை, கழலைக்கட்டிகள் (Tumours), புற்றுநோய் (Cancer) முதலிய நோய்களும், அங்கக் குறைபாடுகள், அறிவுக் கூர்மையின்மை முதலிய சந்ததியினரைப் பாதிக்கும் தீங்குகளும் உண்டாகின்றன.

அணுவியல் துறை சார்ந்த அறிஞர்களோ இதை முழுமையாக மறுக்கின்றார்கள். அணு உலையால் வெளிப்படும் கதிர் வீச்சானது தவிர்க்க இயலாத எங்கும் நிறைந்திருக்கும் இயற்கைக் கதிரியக்கம் போன்ற சில காரணங்களினால் ஏற்படும் கதிர் வீச்சைவிடக் குறைவானது என்றும், அதனால் அணு உலை வாயிலான கதிர் வீச்சுத் தீங்குகள் மிகவும் புறக்கணிக்கக் கூடியனவே என்றும் புள்ளியியல் வாயிலாகச் சுட்டிக்காட்டியிருக் கின்றார்கள். ஆனால், அணு உலை விபத்தின் போது வெளிப் படும் கதிர்வீச்சின் அளவு பன் மடங்கு அதிகரிக்கலாம். அப்படி நேரிடக்கூடிய அணு உலை விபத்துகள் பற்றிய சாத்தியக்கூறுகள் பற்றி அண்மைக்காலம் வரை உணரப்படாமலே இருந்து வந்திருக் கின்றன. சென்ற சில ஆண்டுகளுக்குள் நடைபெற்ற சில அணு உலை விபத்துகள், அணு ஆற்றல் மூலங்களைக் கொண்டு

Koviloor Digital Library



ஆற்றல் உற்பத்தியில் தன்னிறைவு காண்பதற்கு முன்னால் நாம் மேற்கொள்ள வேண்டிய சில முன்னெச்செரிக்கைகளைச் சுட்டிக் காட்டியிருக்கின்றன.

பொதுவாக, அணு உலை விபத்துகள் திடீரென்று கணப் பொழுதில் நடந்து முடிந்து விடுவதால், அணு உலை விபத்து களைக் கட்டுப்படுத்த நம்மால் இயலுவதில்லை. நடைபெற்ற அனைத்து விபத்துகளும் அதிகாரிகளின் கணிப்பிலிருந்து வழுவி எழுந்தனவாகவே உள்ளன. அதிகரித்துவரும் அணு உலை களினாலும், அதிவேக ஈனுலைகளினாலும், எதிர்பாராத விதமாக ஏற்படும் அணு உலை விபத்துகள் எதிர்காலத்தில் இன்னும் கூடலாம். அப்போது காற்றில் கலக்கப்படும் கதிரியக்கப் பொருள் களினால் பரந்த பரப்பில் உள்ள உயிரினங்கள் அனைத்தும் கதிரியக்க நோய்களுக்கு உள்ளாகிச் செத்து மடிந்து போகலாம். இந்தக் கதிரியக்கம் நீண்ட காலம் வெளிப்பகுதிகளில் தங்கி யிருந்து எதிர்காலச் சந்ததியினரையும் பாதிக்கலாம்.

அணு உலை வெடிப்பு நீங்கலாக மற்றொரு அபாயமும் உள்ளது. அணு உலைகளில் தங்கும் கதிரியக்கம் கொண்ட கழிவுப் பொருள்களை வெளியேற்றும் முறையில் உள்ள சிக்கல்கள் இந்த அபாயத்திற்குக் காரணமாக இருக்கின்றன. பொதுவாக, ஈயத்தாலான கலன்களில் கழிவுப் பொருள்களை நிரப்பி இறுக மூடிப் புதைத்து விடுகின்றார்கள். கடலின் ஆழத்தில் எறிந்து விடுவதும் உண்டு. கழிவுப் பொருள்கள் அணு உலையிலிருந்து அவ்வப்போது நீக்கப்படும் முறையானது முழுமையான பாது காப்பிற்கு உறுதி இல்லை. கடல் நீரால் அரிக்கப்பட்டுக் கதிரி யக்கமுடைய கழிவுப் பொருள்கள் கடல் நீரில் கலக்கப்படலாம். இப்படி அவை தவறிப்போய் வெளிப்படுமேயானால், கடல் நீரும் காற்றும் மாசுபடுத்தப்படும். இதனால் விளைவது மனித இனத் திற்கும் பிற உயிரினங்களுக்கும் பேராபத்து. இவை போன்ற காரணங்களினால் அணுக்கருப் பிளப்பு ஆற்றலை ஆற்றல் பிரச்சினையின் தீர்வுக்கென ஒரு நிரந்தரமான வழிமுறையாகக் கொள்ள முடியவில்லை.

Koviloor Digital Library



ஆனால், அணு ஆற்றலைப் பெறும் மற்றொரு வழி முறை யான அணுக்கருப் பிணைப்பாற்றல் நல்ல அனுகூலமான ஆற்றல் மூலமாகத் தோன்றுகின்றது. இதற்குக் காரணம், அணுக்கருப் பிளப்பு வினைகளில் கதிரியக்கக் கழிவுப்பொருள்கள் வெளிப் படுவதைப் போல இதில் வெளிப்படுவதில்லை. இதனால் கதிரி யக்கத் தீங்குகள் ஏற்படும் அச்சமும், கழிவுப் பொருள்களைப் பாதுகாப்பாகப் புதைத்தல் என்ற பிரச்சினையும் இல்லை. அடுத்து, கருப் பிணைப்பிற்கு வேண்டிய மூலப்பொருள்கள் ஹைட்ரஜனும் அதன் ஒத்த தனிமங்களும் தான். இவை கருப் பிளப்பிற்கான மூலப் பொருள்களான யுரேனியம், தோரியம் போலன்றி மிக அதிக அளவிலும், குறைந்த செலவிலும், நீண்ட நாள்களுக்குக் கிடைக்கக் கூடியனவாகவும் இருக்கின்றன. ஹைட்ரஜனையும், அதன் ஒத்த தனிமங்களையும் கடல் நீரிலிருந்து வேண்டிய அளவு பெற முடிவதால் இந்த வழிமுறை, பிற ஆற்றல் மூலங்களைவிட நம்பிக்கை அளிப்பதாய் இருக்கின்றது. தவிர கருப் பிணைப்பு, கருப் பிளப்பை விட ஆற்றலை அதிகமாக வெளிப்படுத்துகின்றது. ஒரு கிராம் ஹைட்ரஜன் அணுக் கருக்களைப் பிணைப்பதால் உண்டாகும் ஆற்றல், ஏறக்குறைய 1,60,000 கிலோ வாட் மணி ஆகும். ஆனால், ஒரு கிராம் யுரேனியத்தைப் பிளந்தால் உண்டா கும் ஆற்றல் சுமார் 22,000 கிலோ வாட் மணி தான். இத்தகைய அனுகூலங்களினால்தானோ என்னவோ இயற்கைகூட பேரண்ட வெளியில் எங்கும் சிதறிக் கிடக்கும் எண்ணற்ற விண்மீன்களின் ஆற்றல் மூலமாக இதையே தேர்ந்தெடுத்துக் கொண்டுள்ளது. எனவே, அணுக்கருப் பிணைப்பு ஆற்றலை நம்முடைய எதிர்கால ஆற்றல் தேவைக்காக எவ்விதத் தயக்கமும் இன்றித் தேர்ந் தெடுத்துக் கொள்ளலாம். ஆனால், கருப் பிணைப்பு அணு உலை களின் பயனுறு திறன் மிகமிகக் குறைவாக இருக்கின்றது. அதற்குக் காரணம் கருப் பிணைப்பு அணு உலைகளை நடை முறைப்படுத்துவதில் காணப்படுகின்ற சில இடர்ப்பாடுகளாகும். பிணைவாற்றல் தங்கு தடையின்றிக் கிடைக்க வேண்டுமானால், இவ்வித இடர்ப்பாடுகளை முற்றிலும் நீக்கியாக வேண்டும். எனவே, இந்த வழிமுறையும் அண்மையில் பயனளிக்கக் கூடியதாக இல்லை.

Koviloor Digital Library



இப்படி எல்லா வகையான ஆற்றல் மூலங்களையும் நன்மை தீமைகளைப் பார்த்து ஆராயும்போது, நாம் ஒரு முடிவுக்கு வர வேண்டியதாக இருக்கின்றது. எல்லா ஆற்றல் மூலங்களிலும் சூரிய ஆற்றலே சிறந்ததாக இருக்கின்றது என்ற முடிவுக்குத் தான் வருகின்றோம்.அது உண்மையுங் கூட. கையில் வெண்ணெய் வைத்துக் கொண்டு நெய்க்கு அலைந்த கதையைத்தான் இது நினைவுபடுத்துகின்றது. ஏனென்றால், நமக்குச் செலவின்றிக் கிடைக்கக் கூடிய சூரிய ஆற்றலைப் பற்றிச் சிந்திக்காது பிற ஆற்றல் மூலங்களைப் பற்றிய திட்டங்களையே தீட்டி வருகின்றோம். சூரிய ஆற்றல் இன்னும் பல கோடி ஆண்டுகளுக்குக் கிடைக்கும் என்பதால் அது அள்ள அள்ளக் குறையாத ஆற்றல் மூலம் எனலாம். நாம் ஏற்கனவே கிடைக்கும் சாதாரண எரி பொருள்களைப் பயன்படுத்தும் வழக்கத்திற்கு அடிமையாகிவிட்டதால், சூரிய ஆற்றல் பற்றிச் சிந்திக்கவே மறுத்து வருகின்றோம். அணு ஆற்றலைத் தவிர பிற ஆற்றல் மூலங்களுக்கெல்லாம் காரணமாய் இருக்கின்ற சூரிய ஆற்றலை நேரடியாகப் பயன் படுத்துவதினால் ஆற்றல் பிரச்சினையைச் சமாளித்து வெற்றி பெற முடியும் என்று பன்னாட்டு அறிவியலாளரும் ஒருமித்த கருத்து தெரிவித்துள்ளார்கள். இதனால் சூரிய ஆற்றல் பற்றிய சிந்தனைகள் மக்களிடையே இன்று முடுக்கப்பட்டுத் தீவிரமான ஆராய்ச்சிகள் உலகெங்கும் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவதனால் சில அனுகூலங்கள் உள்ளன. சூரிய ஒளி பூமியிலுள்ள உயிரினங்கள் மீது எவ்வித வேற்றுமையும் பாராட்டாமல் எல்லோருக்கும் கிடைக்கும்படியாக இருக்கின்றது. நேரடிச் சூரிய ஆற்றல் சுத்தமானது; சுற்றுப் புறத்தை மாசுபடுத்தாதது. எதிர்காலத்தில் நேரடிச் சூரிய ஆற்றல் நமது எதிர்பார்ப்புகளையும் தேவைகளையும் நிறைவு செய்யும் என்று நம்பலாம். இதை முன்னறிவிக்கத்தான் மகாகவி பாரதி,

''சக்தி வெள்ளத்திலே ஞாயிறு ஒரு குமிழியாம்,
சக்திப் பொய்கையிலே ஞாயிறு ஒரு மலராம்''

என்று சூரியனைப் பற்றிப் பாடினாரோ என்னவோ!

Koviloor Digital Library



நேரடியாகச் சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவது பற்றி இன்றைக்குப் பேசப்பட்டாலும், நாம் குறைந்த அளவில் சூரிய ஆற்றலை நீண்ட காலமாகவே பயன்படுத்தி வந்திருக்கின்றோம். உப்பளங்களில் உப்புக் காய்ச்சவும், வீடுகளில் வற்றல் வரலி போடவும், உணவுப் பண்டங்களையும் பயிர்ப் பொருள்களையும் காய வைத்துப் பூச்சிகளின் அழிவிலிருந்து பாதுகாக்கவும், சாணி தட்டிக் காய வைத்து வராட்டி தயாரிக்கவும், துணிமணிகளை உலர்த்தவும், வாளிகளில் நீரை நிரப்பி இளஞ்சூடான நீர் போடவும், பொதுவாக நேரடிச் சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி வருகின்றோம். உண்மையில் நேரடிச் சூரிய ஆற்றல் இன்னும் பல மடங்கு அதிகமான வேலைகளைச் செய்ய வல்லது. அதற்குத் தக்கவாறு கருவிகளை அமைத்துக் கொண்டு நேரடிச் சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்தாமல் விட்டுவிட்டால் பேரளவு ஆற்றல் வீணாவதுடன், நம்முடைய ஆற்றல் தேவை ஈடுசெய்யப் படாமல் எதிர் காலத்தில் வளர்ச்சி குன்றிப் போகலாம்.

சூரிய ஒளியைத் தாவரங்கள் நம்மைவிட மிகச் சிறப்பாகப் பயன்படுத்திக் கொண்டு உயிர் வாழ்கின்றன. சூரிய ஒளியை முழுமையாகப் பயன்படுத்திக்கொண்டு ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் தாவரங்கள் அவற்றுக்குத் தேவையான சத்துக்களை உற்பத்தி செய்துகொள்ளுகின்றன. அவ்வாறு அவை உற்பத்தி செய்து சேமித்து வைக்கும் ஒரு பகுதியையே நாம் உணவாகக் கொள்ளுகின்றோம். எனவே தாவாரங்களைப்போல நாமும் நேரடிச் சூரிய ஆற்றலை இன்னும் சிறப்பாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ள முயற்சிக்கவேண்டும்.

Koviloor Digital Library



# 3. சூரிய ஆற்றலும் நாமும்

## 10 கரும் பொருள் என்றால் என்ன?

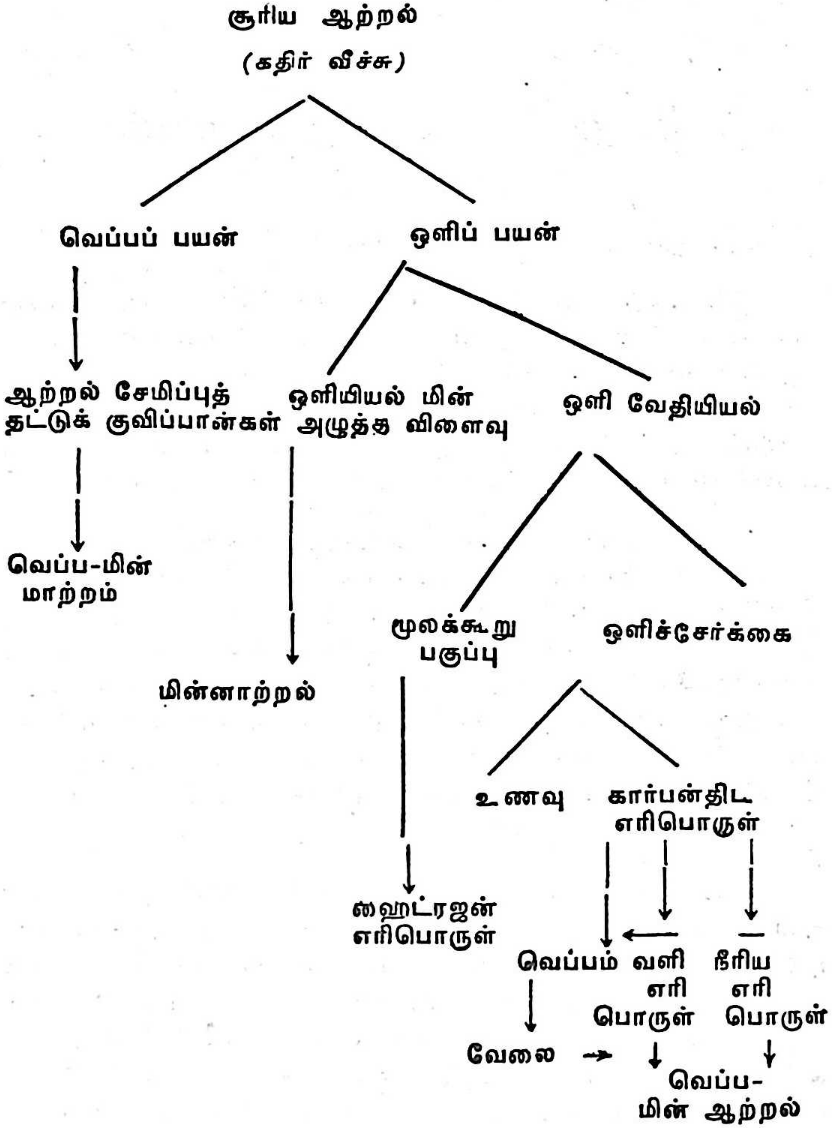
சூரிய ஆற்றலினால் பல பயன்கள் இவ்வுலகிற்கு விளைந்துள்ளன. சூரிய ஆற்றலை நேரடியாகப் பயன்படுத்தினால் அதன் பயனை மேலும் அதிகரிக்கலாம். சூரிய ஆற்றலை அதன் வெப்பம் காரணமாகவும், ஒளி காரணமாகவும் இரு வகைகளில் பயன்படுத்தலாம். நேரடிச் சூரிய ஆற்றலின் பல்வேறு பயன்களைப் படம் 4 எடுத்துக்காட்டுகின்றது.

நேரடிச் சூரிய ஆற்றலின் பல்வேறு பயன்களையும், ஆராய்ச்சிகளின் பலனாய்க் கண்டறியப்பட்ட புதிய கருவிகளையும், அந்தச் செயல்படுத்தும் முறைகளைப் பற்றியும் அறிந்து கொள்வதற்கு முன்னால், நாம் வேறு சில இயற்பியல் உண்மைகளையும் அறிந்து கொள்ள வேண்டும். கரும் பொருள் என்றால் என்ன; குறைக் கடத்திகள் (Semiconductors) என்றால் என்ன என்பனவெல்லாம் புரிந்து கொள்ளாமல் மேலும் தொடர்வது குழப்பத்தை ஏற்படுத்தும் என்பதால், அதை ஓரளவு அறிந்து கொள்ள முயற்சிப்போம்.

சூரியக் கதிர் வீச்சு ஒரு பொருளின் மீது விழுந்தால் அது மூன்று வெவ்வேறான செயல்களுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப் படுகின்றது. ஒரு பகுதி பொருளால் எதிரொளிக்கப்படுகின்றது; மற்றொரு பகுதி பொருளால் உட்கவர்ந்துகொள்ளப்படுகின்றது. எஞ்சிய பகுதி பொருளின் உட்புகுந்து வெளிச் சென்று விடுகின்றது. ஒரு பொருள் எந்த அளவிற்குச் சூரியக் கதிர் வீச்சை எதிரொளிக்க, உட்கவர அல்லது உட்புகுந்து செல்ல அனுமதிக்கின்றது என்பது பொருளின் இயற்பியல் பண்புகள், பரிமாணம், முகப்பரப்பின் தரம், அதன் வெப்பநிலை மற்றும் அதன் மீது

Koviloor Digital Library






படம் 4 சூரிய ஆற்றல்

Koviloor Digital Library



விழும் கதிர் வீச்சின் அலை நீளம் இவற்றையெல்லாம் பொறுத்து. விழும் மொத்தக் கதிர் வீச்சில் எவ்வளவு பங்குப் பொருளால் எதிரொளிக்கப்படுகின்றதோ அதை எதிரொளிப்புக் குணகம் (Reflectance) என்றும், எவ்வளவு பங்கு உட்கவர்ந்து கொள்ளப் படுகின்றதோ அதை உட்கவர் குணகம் (absorptance) என்றும், எவ்வளவு பங்கு உட்புகுந்து வெளியேறுகின்றதோ அதை உட்புகு குணகம் (transmittance) என்றும் கூறுவார்கள். எடுத்துக் காட்டாகப் பெரும்பாலான திண்மப்பொருள்களில் உட்புகு குணகம் ஏறக்குறைய பூச்சியமாக இருக்கின்றது. இரசம் பூசப்படாத கண்ணாடிக்கு எதிரொளிப்புக் குணகம் ஏறக்குறைய பூச்சியம் ஆனால், உட்புகு குணகம் அதிகம். நீர்மப் பொருள்களில் உட்புகு குணகம் புறக்கணிக்கக்கூடிய அளவு சிறுமமாக உள்ளது. எல்லாப் பொருள்களும் கணிசமான ஆற்றலை உட்கவர்ந்துகொள்ளு கின்றன.

ஒரு பொருள் வெள்ளொளியான சூரிய ஒளியை எதிரொளிப் பதினாலேயே நம்மால் அப் பொருளைக் கண்ணால் பார்த்துணர முடிகின்றது; உட்கவர்வதினாலேயே சூடாகின்றது. இதனால் பொருளின் நிறத்திற்கும் அது சூரிய ஒளியை எப்படி உட்கவர்ந்து கொண்டு எதிரொளிக்கின்றது என்பதற்கும் தொடர்பு உண்டு என்று கருதலாம். ஒரு பொருள் ஏன் சிவப்பாய்த் தோன்றுகின்றது அல்லது பச்சை நிறத்தில் இருக்கின்றது என்பதை இதனால் விளங்கிக்கொள்ள முடிகின்றது. சூரிய ஒளியில் உள்ள எல்லா அலை நீளங்களையும் உட்கவர்ந்து அதில் உள்ள சிவப்பு நிற அலைகளை மட்டும் ஒரு பொருள் எதிரொளிக்குமானால், அப் பொருள் சிவப்பு நிறமாய்த் தோற்றமளிக்கும். பச்சை நிற அலை களைத் தவிர்த்து பிற அலைகளை உட்கவர்ந்து கொண்டால், அப் பொருள் பச்சை நிறங் கொண்டதாய் இருக்கும்.

ஒரு பொருள் விழும் ஒளி ஆற்றலில் பெரும் பகுதியைத் தொடர்ந்து உட்கவர்ந்து கொண்டு, சிறிய பகுதியை மட்டும் எதி ரொளிக்குமானால்,அதன் வெப்பநிலை மிகவும் அதிகரிக்க வேண் டும் என்றாகின்றது.ஆனால்,அதன் வெப்பநிலை சூரியக் கதிர் வீச்சு களின் நேரடித் தாக்குதல் இல்லாத போது ஒரு சிறிதும் கூடுவ

Koviloor Digital Library



தில்லை என்பதை நாம் நன்கு அறிவோம். இது எங்ஙனம் சாத்தியமாகும்? ஆற்றல் உட்கவரப்படும் வீதமும், வெளி வீசப் படும் வீதமும் சமமாக இருந்தால்தான் இது இயலும். உண்மை யில் எல்லாப் பொருள்களும் இது போன்றதொரு வெப்பச் சம நிலையிலேயே இருந்து வருகின்றன. ஒளி ஆற்றலை உட்கவர் வதினால் புறவெளியோடு வெப்பக் காப்பீடு செய்யப்படாத ஒரு பொருளின் வெப்ப நிலை பொதுவாக அதிகரிப்பதில்லை. உட் கவர்தலினால் பெற்ற கூடுதல் ஆற்றலைப் புறவெளிக்கு உடனேயே வெளியேற்றிவிடுகின்றது. அதாவது ஒரு வினாடியில் சிவப்பு அலைகளைத் தவிர்த்து எல்லா அலை நீளங் கொண்ட அலைகளை உட்கவர்வதனால் ஒரு சிவப்பு நிறமுடைய பொருள் பெற்ற ஆற்றலும் அதே நேரத்தில் சிவப்பு மற்றும் கட்புலனுக்கு உள்ளாகாத அலைகளை வெளிப்படுத்துவதினால் இழக்கும் ஆற்ற லும் சமமாக இருக்கும். சூரிய ஒளி நேரடியாக விழும் போது செறிவு மிக்க ஒளிக்கற்றை பொருளில் விழுவதால், அதிக அளவில் பொருளால் உட்கவரப்படுகின்றது. எனவே, அதன் வெப்பநிலை சற்று அதிகரிக்கின்றது. இந்த வெப்பம், வெப்பங் கடத்தல், சலனம், கதிர்வீச்சு முறைகளால் புற வெளிக்கு எடுத்துச் செல்லப் படுகின்றது. வெப்ப ஆற்றல் எடுத்துச் செல்லப்படும் வீதத்திற்கு ஏற்ப அதன் வெப்ப நிலை இருக்கும். இந்த வெப்ப நிலை வெப்பச் சமநிலைக்குப் பிறகு மாறுவதில்லை.

சிவப்பு நிறப் பொருளை விட்டுவிடுவோம். ஒரு கறுப்பு நிறமுள்ள பொருளை எடுத்துக்கொள்வோம். ஒரு பொருள் கறுப்பு நிறமுடையதாக இருந்தால் அது எந்நிற அலைகளை எதிரொளிக்கும்? பொதுவாக ஒரு கரும் பொருளின் எதிரொளிப்புக் குணகம் மிகவும் சொற்பம். பூச்சியம் என்றே கொள்ளலாம். எதிரொளிப்புக் குணகமும், உட்புகு குணகமும் பூச்சியம் என்றால், அதன் உட்கவர் குணகம் ஏறக்குறைய ஒன்றாகி விடுகின்றது. எனவே கறுப்பு நிறங்கொண்ட ஒரு பொருள் எல்லா அலை நீளமுள்ள ஒளி அலைகளையும் உட்கவர்ந்து கொள்ளுகின்றது. இதற்கு எதிர் மாறாக வெள்ளை நிறமுள்ள ஒரு பொருள் எல்லா அலை நீளமுள்ள ஒளி அலைகளையும் எதிரொளிக் கின்றது.

Koviloor Digital Library



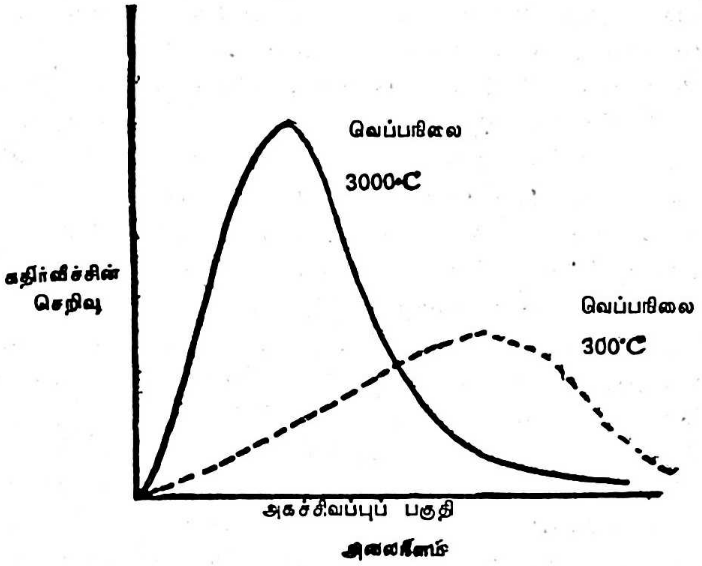
அப்படியென்றால் கரும் பொருள்களைக் கண்ணால் பார்த்துணர்வது எப்படி? கரும் பொருளைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களால் எதிரொளிக்கப்படும் ஒளியைக் கொண்டே ஒரு கரும் பொருளை அறியமுடிகின்றது. நேரடியாகச் சூரிய ஒளி ஒரு கரும் பொருளில் விழாமல் இருக்கும் போது அதன் வெப்பநிலை அதிகரிப்பதில்லை. அப்படியென்றால் கரும் பொருளால் உட்கவரப்படும் ஒளி ஆற்றல் என்னவானது? கூடுதல் ஆற்றலை அகச்சிவப்புக் கதிர்களாக வெளிவீசிவிடுகின்றது. அதாவது ஒரு கரும் பொருள் ஒளி ஆற்றலை நீண்ட அலை வரிசையில் உட்கவர்ந்து கொண்டு அலை நீளம் அதிகமுள்ள அல்லது அதிர்வெண் குறைவாக உள்ள கட்புலனுக்கு உள்ளாகாத அகச்சிவப்புக் கதிர்களை வெளி வீசுகின்றது, அதனால் ஒரு கரும் பொருள் வெப்பச் சமநிலையில் இருக்க முடிகின்றது. நேரடியாகச் சூரிய ஒளி கரும் பொருளின் மீது விழும் போது சூரிய ஆற்றலை உயர் வீதத்தில் உட்கவர்வதால் அதன் வெப்பநிலை அதிகரிக்கின்றது. வெப்ப நிலை அதிகரித்து வெப்பச் சமநிலையை எட்டும் போது ஆற்றலானது வெப்பக்கதிர் வீச்சுகளினாலும், வெப்பச் சலனம் மற்றும் கடத்தல் முதலிய முறைகளினாலும் புறவெளிக்குத் தன் வெப்பத்தை இழக்கின்றது. வெப்பக் காப்பீடு செய்துவிட்டால், வெப்பக்கடத்தல், சலனம் இவற்றைத் தவிர்த்து விடலாம். எனினும் வெப்பக் கதிர் வீச்சைத் தடுத்து நிறுத்த இயலாது. ஏனெனில், ஒரு சிறந்த ஆற்றல் உட்கவர்வான், ஒரு சிறந்த ஆற்றல் உமிழ்வானாக இருக்கும் என்பது பொது நியதி.

ஒரு கரும் பொருள் கதிர் வீச்சினால் வெளிவரும் அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளம் மட்டும் கொண்டதாக இருப்பதில்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட நெடுக்கைக்குட்பட்ட பகுதியில் உள்ள அனைத்து அலை நீளங்களையும் உடையதாக இருக்கின்றது. பொதுவாகக் கரும் பொருளின் கதிர் வீச்சு அகச்சிவப்புப் பகுதியிலேயே இருக்கும். வெளிப்படும் அகச்சிவப்புக் கதிர்களின் செறிவு ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளத்தில் மிகவும் அதிகமாக இருக்கின்றது. கரும் பொருள் கதிர்வீச்சைப் பற்றிய உண்மைகளைப் படம் 5 ஓரளவு எடுத்துக்காட்டுவதாய் இருக்கின்றது.

Koviloor Digital Library



எந்த அலை நீளத்தில் கரும் பொருள் கதிர் வீச்சின் செறிவு அதிகமாக இருக்கும் என்பது கரும் பொருள் எந்த வெப்ப நிலையில் இருக்கின்றது என்பதைப் பொறுத்தது. வெப்பநிலை




படம் 5 கரும் பொருள் கதிர் வீச்சு

அதிகரிக்க அதிகரிக்க இவ்வலை நீளம் குறைவுறுகின்றது. இதிலிருந்து ஒரு கரும் பொருள் சூரிய ஒளியில் காணப்படும் எல்லா அலைகளையும் உட்கவர்ந்து கொண்டு அகச்சிவப்புப் பகுதியில் ஆற்றலைக் கதிர்வீச்சாக உமிழ்கின்றது என்பதை இன்னும் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்ளலாம்.

கரும் பொருளின் பரப்பை ஏதாவது செய்து அகச்சிவப்பு ஆற்றலை உமிழும் தன்மையைக் குறைத்துவிட்டால், கரும் பொருளின் வெப்பநிலை இன்னும் அதிகரித்து உயர் வெப்பநிலையில் வெப்பச் சமநிலை பெறும். இப்படிக் கரும் பொருளின் வெப்ப நிலையை 80-90 செல்சியசு உயர்த்த முடியும். இந்த வெப்பத்தைக்

Koviloor Digital Library



கொண்டு தேவையான பயனுறு ஆற்றலைப் பெற்றுப் பயன் பயன்படுத்திக்கொள்ள முடியும். இதுவே சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்பு முறையின் (Solar energy collectors) தத்துவமாகும். பொதுவாகச் சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்பிற்குக் கரும் பெருளே சிறந்ததாக இருக்கின்றது. எனவே சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்திக் கொள்ள வேண்டுமானால், அதற்குச் சரியான கரும் பொருள் ஒன்று கட்டாயம் வேண்டியதாகின்றது. சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்திக் கொள்ள ஒரு கரும்பொருளை எப்படித் தயாரிப்பது?

சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்பானின் உட்கவர் குணகம் எல்லா அலை நீளங்களிலும் பெருமமாக இருக்க வேண்டும். அதாவது முழுக் கரும்பொருளாக இருக்க வேண்டும். அதன் பரப்பில் அகச்சிவப்புப் பகுதியில் ஆற்றல் உமிழப்படுதல் குறைவாக இருக்க வேண்டும். மேலும் ஆற்றலை, கடத்தல், சலனம் இதில் எந்த முறையினாலும் புறவெளிக்கு இழுக்கப்படாதவாறு பார்த்துக் கொண்டால் சேகரிப்பானின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும். வெப்ப மாற்றியின் (Heat Exchanger) மூலம் வேலை செய்யும் நீரிய மொன்றிற்கு ஆற்றல் சேகரிப்பானிலிருந்து வெப்பப் பரிமாற்றம் செய்யப்படுவதால் சேகரிப்பானின் கடத்தும் திறன் அதிகமாக இருக்க வேண்டும். அப்பொழுதுதான் ஆற்றல் சேகரிப்பானால் சேகரிக்கப்படும் சூரிய ஆற்றல் பொருளால் கதிர் வீச்சின் மூலம் வெளியேற்றப்படுவதற்கு முன்பே கடத்தப்பட்டு வேலை செய்யும் நீரியத்திற்குப் பரிமாற்றம் செய்யப்படும். மேலும் குறைந்த வெப்ப எண்ணைப் (Specific heat) பெற்றிருக்க வேண்டும். அப்பொழுதுதான் பொருள் எந்த வெப்பத்தையும் தன்னகத்தே தக்க வைத்துக்கொள்ளாது, சேகரிப்பானிலிருந்து முழு வெப்பத்தையும் வேலை செய்யும் நீரியத்திற்குப் பரிமாற்றம் செய்யும். இத்தகைய தேவைகளைப் பொதுவாகச் செம்பு, அலுமினியம் முதலான உலோகங்களும், மெல்லிய செம்புப் படலம் பூசப் பட்டுள்ள அலுமினியமும் நிறைவு செய்யக்கூடியனவாக இருக்கின்றன.

கருமை பூசப்படாத செம்பின் உட்கவர் குணகம் 0.4 மட்டும் தான். ஆனால் அதன் பரப்பைக் கருமையாக்கி விட்டால் அதன்

Koviloor Digital Library



உட்கவர் குணகம் 0.8 முதல் 0.9 வரை அதிகரிக்கின்றது. கருமைக்குக் கரி (Graphite), கறுப்பு வண்ணங்கள், தார், விளக்குக் கரிப்பூச்சு முதலானவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். கறுப்பு வண்ணம் பரப்பில் நன்கு ஒட்டிக்கொண்டுவிடுவதால் நீண்டகாலப் பயன் பாட்டிற்குச் சிறப்பானதாக இருக்கின்றது. பொதுவாக இது போன்ற கரும் பொருள்களில் அகச்சிவப்புக்கதிர் வீச்சு கணிசமாக இருக்கும். இதற்காக நிக்கல் ஆக்சைடு (Nickel oxide) அல்லது (Nickel Sulphide), துத்தநாக ஆக்சைடு (Zinc Oxide), அல்லது துத்தநாக சல்பைடு (Zinc Sulphide) பூசப்பட்ட நிக்கல் தகடுகளையும், குப்ரஸ் ஆக்சைடு (Cuprous Oxide) பூசப்பட்ட நிக்கல் அல்லது அலுமினியத் தகடுகளையும், செம்புக் கறுப்பு பூசப்பட்ட செம்புத் தகடுகளையும் பயன்படுத்துகின்றார்கள். இவை சிறப்புத்தன்மை கொண்ட கரும்பொருள்கள் எனப்படும். இதில் உட்கவர் குணகம் அதிகமாக இருப்பதோடு, அதிக அலை நீளமுள்ள அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் வெளி வீசப்படுவதும் குறைவாக இருக்கும்.

இதுபோன்ற அமைப்பைக்கொண்டு நீரியங்களைச் சூடேற்ற லாம்; உணவுப் பொருள்களைச் சமைக்கலாம்; குளிர்காலத்தில் வீட்டின் அறைகளை வெதுவெதுப்பாக்கலாம்; கோடைக்காலத்தில் குளிர்விக்கலாம்; கடல் நீரைக் காய்ச்சிக் குடிநீர் தயாரிக்கலாம்; விளைபொருள்களை விரைவாக உலர்த்தலாம்; வெப்ப மாற்றி களைக் கொண்டு மின்னாற்றல் உண்டாக்கலாம்.

## 11 ஆற்றல் சேமிப்புச் சமதளத் தட்டு

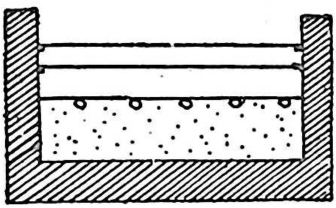
ஆற்றல் சேகரிப்புச் சமதளத் தட்டு என்பது ஓரளவு பரப்பள வும், சமதளமும் கொண்ட ஆற்றல் சேகரிப்பானாகும். பொது வாகச் சூரியக் கதிர் வீச்சிலிருந்து வெப்பத்தைப் பயனுறு திறன் மிக்க முறையில் பெறப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இந்த வெப்பத்தைக் கொண்டு எளிதாக நீரைச் சூடாக்க இயலும். இதனால் இவ்வமைப்பு நீர் வெப்பமேற்றி (Liquid heater) யாகப் பயன்படுத்த முடிகின்றது.

சூரிய நீரில் வெப்பமேற்றி அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட புதிய சாதனமில்லை. முதன் முதலில் ஸாஸ்யூர் (H.B. Saussure)

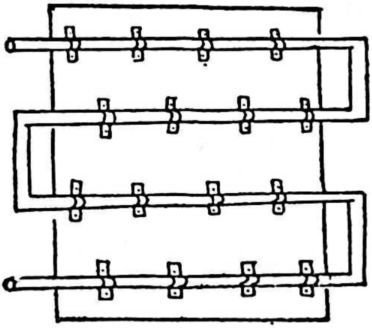
Koviloor Digital Library



என்பார் 17-ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் சூரிய நீரில் வெப்ப மேற்றியைக் கண்டறிந்தார். ஹெர்சல் (Herschel) மற்றும் டெல்லியர் (Tellier) முதலான அறிவியல் அறிஞர்கள் சூரிய நீர் வெப்பமேற்றி (Solar water heater)யை முறையே 1837 மற்றும் 1885 ஆண்டுகளில் வடிவமைத்து வெற்றிகரமாகச் செயல்படுத்திக் காட்டியிருக்கின்றார்கள். இதற்கும் முன்பே, சுமார் 3 நூற்றாண்டு களுக்கு முன்னால் சூரிய ஆற்றலின் வெப்பப் பயன்களைப் பற்றி மக்கள் அறிந்திருக்கலாம் என்பதற்கான சான்றுகள் இன்று கிடைத்துள்ளன. இது தொடர்பான உண்மைகளைப் பழங்காலத் தில் எகிப்தியர்களும், சீனர்களும், இந்தியர்களும் அறிந்திருந் தார்கள். குறிப்பிட்ட வடிவமைப்பைக் கொண்ட செம்புத் தவலை களைக் கொண்டு நீரைச் சூடுபடுத்தும் வழிமுறையைச் சில நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பே இந்தியர்கள் பின்பற்றியிருக்கின்றார் கள் என்பது இப்பொழுது தெரிய வந்திருக்கின்றது. சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்பானைச் சற்று நவீனப்படுத்தியும், புதிய சாதனங் களைப் பிணைத்தும், இன்று சூரிய நீர் வெப்பமேற்றியை மீண்டும் அறிமுகப்படுத்தி வருகின்றார்கள். சூரிய நீர் வெப்ப மேற்றி இன்று வீட்டுப் பயன்பாட்டில் முக்கியப் பங்கேற்று வருகின்றது.



பக்கத் தோற்றம்



பின் பக்கத் தோற்றம்

படம் 6 சூரிய நீர் வெப்பமேற்றி

சூரிய நீர் வெப்பமேற்றியின் அமைப்பு, படம் 6–இல் காட்டப் பட்டுள்ளது. ஓர் ஆற்றல் சேகரிப்பான் முழுக் கரும் பொருளாக

Koviloor Digital Library



இருப்பதோடு, கருமை பூசப்பெற்ற தட்டு சொரசொரப்பாக இல்லாமல் சமதளமாக இருக்க வேண்டும்.

அப்பொழுதுதான் வெப்பச் சலனம் குறைவாக இருக்கும். தட்டிற்குக் கீழே குறிப்பிட்ட இடைவெளியுடன் மடித்து வைக்கப் பட்டுள்ள நீண்ட உலோகக் குழாய், தட்டை ஒட்டியவாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. செம்பாலான அல்லது முலாம் பூசப்பட்ட இரும்புக் குழாய்களை இதற்காகப் பயன்படுத்தலாம். குழாய் தட்டோடு இணைந்திருக்குமாறு செய்யப் போதுமான அணைவுத் தாங்குகளைப் (Fixers) பயன்படுத்துகின்றார்கள். இந்த அணைவு தாங்கிகள் வெப்பப் பரிமாற்றத்தை அதிகப்படுத்துவதால், சூரிய நீர் வெப்பமேற்றியின் செயல் திறன் சிறப்பாக அமைகின்றது. ஒரு தொட்டியில் நீரை நிரப்பி சற்று உயரத்தில் வைத்து ஒரு குழாய் மூலம் சூரிய நீர் வெப்பமேற்றியுடன் இணைத்துவிட்டால் இயற்கை முறையில தானாகவே நீரானது சூரிய நீர் வெப்ப மேற்றி வழியாக வடிந்து செல்லுகின்றது. குழாயின் வழிச் செல்லும் நீர் ஆற்றல் சேகரிப்புத் தட்டால் உட்கவரப்பட்ட சூரிய ஆற்றலை வெப்பமாகக் கடத்தல் முறையில் கவர்ந்து கொள்ளு கின்றது. இவ்வமைப்பைக் கொண்டு நீரை 90° செல்சியசு வரை வெப்பப்படுத்தமுடியும். இதற்கு மேலான வெப்பநிலை உயர்வுக்குச் சேகரிப்புத் தட்டுகளில் குரோம் கறுப்பு (Black Chrome) போன்ற சிறப்புப் பூச்சுக்களைப் பூசுகின்றார்கள்.

அமைப்பின் பயனுறு திறனை அதிகரிப்பதற்காக 1) தக்க வெப்பக் காப்பீடு (Thermal Insulation) பின்புறத்தில் செய்யப் படவேண்டும். இதற்குக் களியண், வைக்கோல், மரத்தூள், பஞ்சு, பேப்பர் கழிவுகள், செயற்கைப் பஞ்சு முதலானவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். இதனால் தட்டின் அடிப்பகுதியின் வழியாக ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு ஏறக்குறைய முற்றிலும் தடுக்கப்படு கின்றது. 2) இவ்வமைப்பை ஒரு மரப்பெட்டியில் வைத்து அதைக் கண்ணாடியால் மூடி விடவேண்டும். இக்கண்ணாடி சூரிய ஒளியை உட்செல்ல அனுமதித்து விடுகின்றது. ஆனால், ஆற்றல் சேகரிப்பானால் உமிழப்படும் அகச்சிவப்புக் கதிர்களை வெளியே செல்ல அனுமதிப்பதில்லை. ஏனெனில் கண்ணாடி

Koviloor Digital Library



அகச்சிவப்புக் கதிர்களை ஏறக்குறைய முழுதும் உட்கவர்ந்து கொண்டு விடுகின்றது. கண்ணாடி தான் பெற்ற இவ்வாற்றலை நாலா பக்கமும் வெளி வீசுகின்றது. ஒரு பாதி ஆற்றல் உட்புறத்திலும், மீதிப் பாதி ஆற்றல் வெளிப்புறத்திலும் நிகழ்வதால், ஒரு பாதி ஆற்றல் ஆற்றல் சேகரிப்பானுக்கே மீண்டும் திருப்பி அனுப்பப்பட்டு விடுகின்றது. தவிர மேலே கண்ணாடியைப் பொருத்துவதனால், வெப்பச் சலனமும் தவிர்க்கப்படுகின்றது. 3) தகட்டில் கறுப்பு வண்ணம் பூசுவதற்கு முன்னால் தக்க நீரியத்தின் உதவியால் ஒரு மெல்லிய அரிப்பை அதன் பரப்பு முழுவதும் ஏற்படுத்தலாம். அடுத்து அதன் மீது ஒரு மெல்லிய படலமாக வண்ணம் பூசப்பட வேண்டும். வண்ணப் படலத்தின் தடிப்பு கூடுதலாக இருந்தால், அது வெப்பத்தை உட்கடத்துவதைத் தாமதப்படுத்தலாம். அதனால் கூடுதலான ஆற்றல் கதிர் வீச்சு முறையில் வெளியேறிப் பயனற்றுப் போய்விடலாம். 4) நாள் முழுவதும் அல்லது ஆண்டு முழுவதும் கூடுதலான சூரியக் கதிர் வீச்சு ஆற்றல் சேகரிப்பானில்விழ அதிலுள்ள சமதளத்தட்டின் தளத்தைச் சூரியனுக்குத் தக்கவாறு சற்றுச் சாய்வாகப் பொருத்திக்கொள்ள வேண்டும். அது எவ்வளவு கோணத்தில் சாய்வாக அமைக்கப்பட வேண்டும் என்பது பூமியில் எந்த ரேகைப் பகுதியில் கருவியைப் பயன்படுத்துகின்றோம் என்பதைப் பொறுத்தது.

சூரிய ஆற்றல் சமதளத் தட்டு எளிய அமைப்பைக் கொண்டு உள்ளது. இதில் தொழில் நுட்பம் குறைவு. தேவைகளுக்கு ஏற்பவும், கிடைக்கும் பொருள்களுக்கு ஏற்பவும் செலவிற்குத் தக்கவாறும் இக்கருவியை எப்படி வேண்டுமானாலும், அமைத்துக் கொள்ள முடியும்.

ஆற்றல் சேகரிப்பான் சாதாரண பிளாஸ்டிக் அல்லது இரப்பராகக் கூட இருக்கலாம். ஆனால், இவற்றின் வெப்பங் கடத்தும் திறன் குறைவு என்பதால் வெப்பத்தை எடுத்துச் செல்லும் நீரியமும் இவையும் மிக நெருக்கமாக இருக்க வேண்டும். குறைவான அளவு வெப்பநிலை அதிகரிப்பிற்கு இது போதுமானது. இதனால் செலவு கணிசமாகக் குறைகின்றது.

Koviloor Digital Library



கண்ணாடிக்கு உட்செலுத்தும் குணகம் மிக அதிகம் என்பதால், கண்ணாடியே மிகச் சிறந்த மூடியாக உள்ளது. கண்ணாடி எதிரொளிப்பதால் 8 விழுக்காடு ஆற்றல் இழப்பும், உட்கவர்வதினால் 1.5 முதல் 11 விழுக்காடு ஆற்றல் இழப்பும் ஏற்படுகின்றன. கண்ணாடியில் இரும்பு ஆக்ஸைடு ஓரளவு கலந்திருப்பதால் உட்கவர்தல் தவிர்க்க இயலாததாகின்றது. கண்ணாடியின் எதிரொளிப்புக் குணகத்தைக் குறைக்க சிலிகா (Silica) அல்லது பாலி டெட்ரா ப்ளூரோ எதிலின் (Poly tetra fluoro ethylene) இவற்றை ஒரு மெல்லிய படலமாக அதன் மீது பூசுகின்றார்கள். இதனால் கண்ணாடியின் எதிரொளிப்புக் குணகம் குறைவதோடு உட்செலுத்தும் குணகமும் அதிகரிக்கின்றது. சூரிய ஒளியின் கட்புலனுக்கு உட்படும் பகுதியை அனுமதித்து, ஆற்றல் சேகரிப்புத்தட்டால், உமிழப்படும் அகச்சிவப்புக் கதிர்களை முழுதுமாக உட்கவர்ந்து கொண்டு விடுவதால் கண்ணாடியைத் தவிர வேறு எந்தப் பொருள்களையும் மூடியாகப் பயன்படுத்த முடியாமல் இருக்கின்றது.

கட்புலனுக்கு உள்ளாகும் ஒளியை எதிரொளிக்காமல் அகச்சிவப்புக் கதிர்களை மட்டும் எதிரொளிக்கக்கூடியவாறு கண்ணாடியில் தக்கதொரு இரசாயனப் பூச்சைப் பூசிவிட்டால் கண்ணாடியால் கூடுதலான உயர் அலை நீளங்கொண்ட அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் எதிரொளிக்கப்படும். இதற்குக் கண்ணாடியில் டின் டை ஆக்சைடு ($SnO_2$) போன்ற பொருள்களினால் மெல்லிய படலத்தை ஏற்படுத்துகின்றார்கள். இதனால் 50 விழுக்காட்டிற்குக் கூடுதலாக அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் எதிரொளிக்கப்படுகின்றன. இது போன்ற சிறப்புப் பூச்சுகளினால் கூடுதல் செலவாகும். இதற்கு மற்றொரு வழிமுறையும் பின்பற்றப்படுகின்றது. கூடுதலான கண்ணாடித் தகடுகளைப் பொருத்தினால், கதிர் வீச்சு முறையினால் ஏற்படும் அகச்சிவப்பு ஆற்றல் இழப்பை மேலும் மேலும் குறைக்கமுடியும். இங்கும் இரண்டிற்கு மேல் எப்போதும் வேண்டாம். ஏனெனில் உட்செலுத்தப்படும் சூரியக் கதிர் வீச்சில் ஒவ்வொரு கண்ணாடித் தகட்டினாலும் 8 விழுக்காடு ஆற்றல் எதிரொளிக்கப்பட்டு விடுகின்றது. இதனால் முதலே மோசமாகிவிடக் கூடிய நிலை ஏற்பட்டுவிடலாம். இரண்டு கண்ணாடித் தகடு

Koviloor Digital Library



களைப் பயன்படுத்தும்போது முதல் கண்ணாடியால் வெளியே உமிழப்படும் ஒரு பாதிக் கதிர் வீச்சில் ஒருபாதியை மீண்டும் முதல் கண்ணாடிக்கே அனுப்பி, அதில் ஒரு பாதியை அங்கிருந்து ஆற்றல் சேகரிப்புத் தட்டிற்கு அனுப்பி வைக்கின்றது என்பதாலும், வெப்பச் சலனத்தினால் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பு இன்னும் குறைக்கப்படுகின்றது என்பதாலும் கருவியின் பயனுறு திறன் சற்று அதிகரிக்கின்றது.

கண்ணாடிக்குப் பதிலாக ஒளி உட்புகும் பிளாஃச்டிக்குகளைப் பயன்படுத்தலாம். விலை மலிவு என்பதைத் தவிர நீண்ட காலத்திற்குப் பயன் அளிப்பதில்லை. ஏனெனில் சூரிய ஒளியில் வரும் புற ஊதாக் கதிர்கள் பிளாஃச்டிக் மூலக்கூறுகளைத் தாக்கிச் சிதைத்துவிடுகின்றன.

ஆற்றல் சேகரிப்பானின் வெப்பநிலை அதிகரிக்க அதிகரிக்க வெப்பச் சலனத்தால் ஏற்படும் இழப்பு கூடுதலாகிக் கொண்டே வரும். இந்த ஆற்றல் இழப்பை ஓரளவு தவிர்க்கக் குழாய்களைச் செங்குத்தாக இருக்குமாறு செய்ய வேண்டும். ஏனெனில் குழாய்கள் செங்குத்தாக இருக்கும் போது வெப்பச்சலன இழப்பு கிடைத்தளமாக இருப்பதைக் காட்டிலும் குறைவாக இருக்கின்றது. அலை நீளம் மிக்க கதிர் வீச்சுகளை ஓர் ஆற்றல் சேகரிப்பான் உமிழ்வதைத் தவிர்க்க அதைத் தொடக்கத்திலேயே சூடுபடுத்தி விடலாம். இதனால் அதன் கதிர் வீச்சு அலை நீளம் மிக்க பகுதியிலிருந்து விலகி, சிவப்பு நிறத்தை நோக்கிச் செல்லுகின்றது. ஒரு கரும் பொருளைச் சூடுபடுத்துவதினால் அதன் உட்கவர் தன்மை ஒரு சிறிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

## 12 ஆற்றல் சேகரிப்புக் குவிப்பு அடிகள் (Focussing Collectors Solar concentrators)

ஆற்றல் குவிப்பு முறைகள் பொதுவாக உயர் வெப்பநிலைப் பயன்களுக்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. சூரியக் கதிர் வீச்சுகளை ஊடுருவிச்செல்லுமாறு செய்வதனாலும், எதிரொளிக்கச் செய்வதனாலும் குவிக்கலாம். கண்ணாடியாலான ஒரு லென்சைக் கொண்டு சூரிய ஒளியை ஒரு புள்ளியில் குவிக்கச் செய்யலாம்.

Koviloor Digital Library



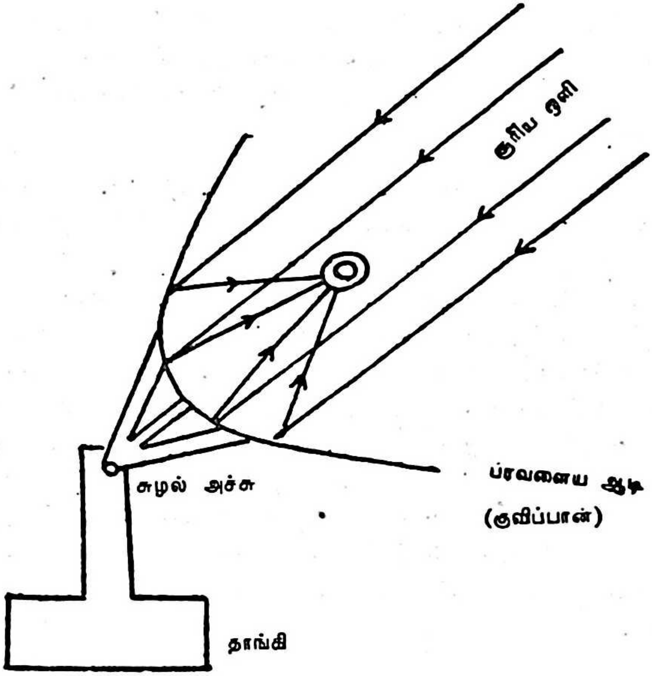
அதாவது லென்சின் ஒரு முகப்பரப்பில் விழும் சூரிய ஒளியின் ஏறக்குறைய முழுப்பகுதியும், லென்சின் மறுபக்கத்தில் குவிக்கப் படுகின்றது. ஆற்றல் எப் புள்ளியில் குவிக்கப்படுகின்றது என்பது லென்சின் வளைவு ஆரத்தைப் பொறுத்தது. இப்புள்ளியை லென்சின் குவியம் (Focus) என்பார்கள். லென்சால் குவிக்கப்படும் ஆற்றல் வெப்பமிக்கதாய் இருக்கும் என்பதைக் குவியத்தில் வைக்கப்பட்ட பஞ்சு, காகிதம், தீக்குச்சி முதலானவை எரிந்து போய்விடுவதிலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம். கோளக வடிவத்தில் உள்ள எதிரொளிப்பு ஆடிகளைக் கொண்டும் சூரியக் கதிர்களை ஒரு குவியத்தில் குவிக்கமுடியும். பொதுவாகப் பெரிய கண்ணாடி லென்சுகளைத் தயாரிப்பதும்,பாதுகாப்பாக வைத்துக் கொள்வதும், கையாளுவதும் கடினம். எனவே குவிப்புமுறைக்கு எதிரொளிப்பு ஆடிகளையே பயன்படுத்துகின்றார்கள்.

எதிரொளிப்பான்களைக் கோள (Spherical) வடிவிலோ, பரவளைய (Parabolic) வடிவிலோ அமைத்துக் கொள்ளலாம். இவற்றுள் பரவளைய எதிரொளிப்பான்கள் சூரியக் கதிர்களைச் சிறப்பாகக் குவிக்கின்றது என்பதால் ஆற்றல் சேகரிப்பு முறைக்குப் பரவளைய ஆடிகளையே பயன்படுத்தி வருகின்றார்கள். கூடுதலான சூரியக் கதிர்களைக் குவித்துக் குவியத்தில் உயர் வெப்பநிலையைப் பெறப் பரவளைய ஆடியின் முகப்பரப்புத் தளம் சூரியக் கதிர்வீச்சுக்கு எப்பொழுதும் செங்குத்தாக இருக்குமாறு செய்துகொள்ள வேண்டும் சூரியன் வானில் கிழக்கிலிருந்து மேற்கு நோக்கி மெள்ள நகர்ந்து கொண்டிருப்பதால் வானில் சூரியனின் நிலைக்கு ஏற்ப ஆடியில் விழும் கதிர்வீச்சின் திசை மாறிக் கொண்டேயிருக்கும். குவியத்தில் ஏற்படுத்திய உயர் வெப்பநிலையை நிலைநிறுத்த வேண்டுமானால் இக்குறை பாட்டைத் தவிர்க்க வேண்டும். அதற்காக நமது எதிரொளிப்பு ஆடியை, ஒரு சூரியகாந்திப் பூவைப்போல எப்பொழுதும் சூரியனையே பார்த்துக்கொண்டிருக்குமாறு அப்போதைக்கப்போது மெள்ள சுற்றிக்கொள்ள வேண்டும். இச்செயலை மிகத் துல்லிய மாகச் செய்யத்தக்க மின்னியல் (Electronics) கருவிகளை அமைத்து, எதிரொளிப்பு ஆடியைச் சுழலச்செய்யும் திருகோடு இணைத்து விடுகின்றார்கள். அக்கருவி தானாகவே இப்பணியைச்

Koviloor Digital Library



செய்து முடிக்கின்றது என்றாலும், இதற்குக் கூடுதல் செலவு ஆகும் என்பதால் வீட்டுப் பயன்பாட்டிற்கான சாதாரண சேகரிப்புக் குவிப்பு ஆடிகளில் இதைப் பொருத்திக் கொள்வதில்லை. படம் 8 ஓர் ஆற்றல் சேகரிப்புக் குவிப்பு ஆடியின் எளிய அமைப்பைக் காட்டுகின்றது.




படம் 8 ஆற்றல் சேகரிப்புக் குவிப்பு ஆடிகள்

ஆற்றல் சேகரிப்புச் சமதளத் தட்டுகளைப்போல, இவ் வமைப்புகளைக்கொண்டும் நீருக்கு வெப்பம் ஏற்ற முடியும். ஓர் உலோகக் குழாயை வடிவமைத்துக்கொண்டு அதன் ஒரு பகுதி பரவளைய ஆடியின் குவியத்தில் இருக்குமாறு பொருத்திக் கொள்ள வேண்டும். குழாயின் வழியே ஒரு குறிப்பிட்ட வீதத்தில் நீர் பாய்ந்து செல்லுமாறு செய்தால், குவியத்தில் குவிக்கப்படும் ஆற்றலை உட்கவர்ந்துகொண்டு வெந்நீராக வெளியேறு

Koviloor Digital Library



கின்றது. நீரின் வெப்பநிலை இன்னும் கூடுதலாக இருக்க வேண்டுமெனில் கூடுதலாக ஆற்றல் குவிக்கப்பட வேண்டும். இதற்குப் பரவளைய ஆடியின் தளப்பரப்பை அதிகரித்துக் கொள்ள லாம். பரவளைய ஆடியின் தளப்பரப்பு அதிகரித்தால் நீர் வெப்ப மேற்றப்படுதல் விரைவாக இருக்கும். இதனால் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் கூடுதலான வெந்நீர் பெறமுடிகின்றது. ஆனால், பரப்பு அதிகரிக்க அதிகரிக்க அமைப்பின் எடை அதிகரிக்கும். இதனால் வலுவான தாங்கிகளைஅமைத்துக்கொள்ள வேண்டியது இன்றியமையாததாகின்றது, இது அதன் கட்டுமானச் செலவைச் சற்று அதிகரிக்கும்.

இந்த வழிமுறையையும் பழங்கால அறிஞர்கள் அறிந்திருந் தார்கள் என்பதைக் கதையாகச் சொல்லப்படும் ஒரு வரலாற்று நிகழ்ச்சியிலிருந்து தெரிந்து கொள்ள முடிகின்றது. கி.மு. 212-ஆம் ஆண்டில் உரோமானியப் படை சிராகுஸ் (Syracuse) மீது படை எடுத்தது. அப்போது ஆர்கிமிடிஸ் (Archemedes) என்ற அறிவிய லாளர் சிறிய சதுரமான பல ஆடிகளைக் கொண்டு சூரியக் கதிர் வீச்சை எதிரொளித்து அவ்வாறு எதிரொளிக்கப்பட்ட எல்லாக் கதிர்களையும் சற்றுத் தூரத்தில் நின்று கொண்டிருக்கும் உரோமானியக் கப்பல்கள் மீது குவித்து, தீ மூட்டி அவற்றை அழித்தார் என்றும் வரலாற்று ஆசிரியர்கள் கூறுகின்றார்கள். சூரிய நீர் வெப்ப மேற்றியும், சூரிய அடுப்பும் இந்த வழி முறையைப் பின்பற்றிச் செயல்படுகின்றன என்பது குறிப்பிடத் தக்கது.

பளபளப்பான உலோகத் தகடுகளைப் பரவளையமாக வளைத் தும், இரசம் பூசப்பட்ட சிறு சிறு கண்ணாடித் துண்டுகளைச் சீராகப் பரவளையப் பரப்பில் அடுக்கியும், சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்புக் குவிப்பு ஆடிகளைத் தயாரிக்கலாம். ஆடியின் தளப் பரப்பை அதிகரிக்காமலேயே உயர் வெப்பநிலையைப் பெறப் புதிய வழிமுறையை இன்று பின்பற்றி வருகின்றார்கள். இரசம் பூசப்பட்ட முகம் பார்க்கும் கண்ணாடி ஆடிகளைப் பல்வேறு இடங் களில் தக்க கோணங்களில் பொருத்தி அவற்றின் மீது விழும் சூரியக் கதிர்களைப் பரவளையப் பரப்பிற்குத் திருப்பிவிடுகின்றார்

Koviloor Digital Library



கள். இதனால் கூடுதலான கட்டுமானச் செலவு ஏதுமின்றி பரவளையப் பரப்பின் குவியத்தில் கூடுதலான சூரியக்கதிர்கள் குவிக்கப்படுகின்றன. சிறந்த முறையில் வடிவமைத்த ஆற்றல் சேகரிப்புக் குவிப்பு ஆடிகளைக் கொண்டு, அதன் குவியத்தில் 5760° செல்சியசு வெப்பநிலையை ஏற்படுத்திக் காட்டியிருக்கின்றார்கள். இவ் வெப்பநிலை ஏறக்குறைய சூரியனின் வெளிப்புற வெப்ப நிலையாகும்.

இதைச் சூரிய நீர் வெப்பமேற்றி, சூரிய அடுப்பு போன்ற வீட்டுக்குப் பயன்படும் சாதனங்களாகப் பயன்படுத்தலாம். என்றாலும், இதில் உள்ள சில குறைபாடுகளினால் ஆற்றல் சேமிப்புச் சமதளத்தட்டுகளைப் போல அவ்வளவாகப் புழக்கத்தில் இல்லை. வெயில் மந்தமாகவும் அல்லது வெயிலே இல்லாதபோதும் ஆற்றல் குவிப்பு பேரளவில் பாதிக்கப்படுகின்றது. ஆற்றல் சேகரிப்புச் சமதளத் தட்டில் இந்தப் பாதிப்பு குறைவு. அடுத்து வானில் சூரியனின் நிலைக்கு ஏற்பப் பரவளைய ஆடியைத் தொடர்ந்து திருப்பிக் கொண்டே இருக்க வேண்டும். சமதளத் தட்டில் இக் குறைபாடு சிறிதும் இல்லை. பரவளையப் பரப்பு சீராகவும், நல்ல எதிரொளிப்புக். குணகம் உள்ளதாகவும் இருக்க வேண்டும். பனி நீர் படிதல், சீரற்ற அமைப்பு மற்றும் ஏதாவது புறக் காரணங்களினால் அமைப்பில் ஏற்படும் பழுது ஆகிய இவை அனைத்தும் சூரியக் கதிர் வீச்சு குவிக்கப்படுவதை சீர் குலைக்கின்றன. அதனால் கருவியின் பயனுறு திறன் அதிகமாய்ப் பாதிக்கப்படுகின்றது.

இது போன்ற குறைபாடுகள் பரவளைய ஆடிகளில் காணப்பட்டாலும், உயர் வெப்ப நிலைக்காக ஆராய்ச்சிகளில் இது அதிகமாகப் பயன்படுகின்றது. இதைக்கொண்டு உயர்ந்த உருகு நிலை உடைய உலோகங்களை உருக்கி உலோகக் கலவைப் (Alloy) பொருள்களைத் தயாரிக்கின்றார்கள். சிர்கோனியத்தை (Zirconium) அதன் டை ஆக்சைடிலிருந்து பிரித்தெடுக்கவும், சிறந்த எஃகுக் கலவைப் பொருள்களைத் தயாரித்து அவற்றின் பண்புகளை அறியவும் இது பயன்படுகின்றது. உலோகவியல் துறையில் இது சூரிய உருக்கு உலை (Solar furnace) யாகப் பயன்

Koviloor Digital Library



படுகின்றது. பல நாடுகளில் சூரிய உருக்கு உலை நடைமுறையில் இருந்து வருகின்றது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. வேற்றுத் துறை ஆராய்ச்சிகளுக்குத் தேவையான உயர் வெப்பநிலையைப் பெறவும் இது உதவுகின்றது. கலப்பு உலோகங்களைச் சோதனை செய்யவும் இது பெரிதும் பயன்படுகின்றது. உயர் வேகத்தில் செல்லும் ஜெட் (Jet), இராக்கெட் (Rocket) முதலிய ஊர்திகளின் புறப்பரப்பு காற்றின் உராய்வினால் ஏற்படும் வெப்பத்தினால் உருகி விடலாம். இதைத் தவிர்க்கச் சரியான உயர் வெப்பத்தைத் தாங்கக் கூடிய உலோகக் கலவைப் பூச்சைப் புறப்பரப்பு முழுவதும் பூசவேண்டும். பல்வேறு உலோகக் கலவைப் பொருள்களின் உருகுநிலை வெப்ப நிலையை அறிந்து, பொருத்தமான உலோகக் கலவையைத் தேர்ந்தெடுக்க இச்சோதனை பயனுள்ளதாய் இருக்கின்றது.

சூரிய உலைகளில் புகை, கரி, சாம்பல் முதலான மாசுகள் வெளிப்படுவதில்லை. எனவே உற்பத்திப் பொருள் தூய்மையாக இருப்பதோடு சுற்றுப்புறம் சீர்கெடும் வாய்ப்பும் இல்லை.

மிகப் பெரிய அளவில் அமைத்து மணிக்கு 13 டன் நீரை நீராவியாக்க முடியும். இதைக் கொண்டு சுழலிகளை (Turbine) இயக்கி, மின்சாரத்தைப் பெற்றுப் பயனுறு வேலைகள் பலவற்றைச் செய்யலாம். ஆழ் கிணறுகளிலிருந்து நீரை இறைத்துக் கடிய் நிலங்களைத் திருத்தி நன்செய் நிலங்களாக்க முடியும். எதற்கும் பயன்படாமல் இருக்கும் பரந்த பாலை வனங்களில் சூரிய ஆற்றல் வீணாகிக் கொண்டிருக்கின்றது. இந்த ஆற்றலைக் கொண்டு நீரை இறைத்துப் பாலைவனங்களையும் சோலை வனங்களாக மாற்ற முடியும் என்று அறிஞர்கள் கருத்துத் தெரிவித்திருக்கின்றார்கள்.

## 13 சூரிய நீர் வெப்பமேற்றிகள்

ஆற்றல் சேகரிப்புச் சமதளத் தட்டையும், குவிப்பு ஆடிகளையும் சூரிய நீர் வெப்பமேற்றிகளாகப் பயன்படுத்த முடியும் என்று பார்த்தோம். குவிப்பு முறையில் வீட்டுப் பயன்பாட்டிற்கு நடைமுறைச் சாத்தியப்படாத சில குறைபாடுகள் இருப்பதால்,

Koviloor Digital Library



வெந்நீர் தயாரிக்கச் சமதளத்தட்டுச் சேகரிப்பானையே பயன் படுத்துகின்றார்கள். செங்குத்தாக உள்ள சமதளத்தட்டு ஆற்றல் சேகரிப்பானோடு ஒரு நீர்த் தொட்டியை இரப்பர்க் குழாய் மூலம் இணைத்து விடுகின்றார்கள். நீர்த் தொட்டி ஆற்றல் சேகரிப் பானை விடச் சற்று உயரத்தில் வைக்கப் பட்டால் நீரிய அழுத்தத் தின் காரணமாக நீர் தானாகவே வடிந்து செல்லும். நீர் இறைப் பான்களைக் கொண்டும் நீரை ஆற்றல் சேகரிப்பான் வழி பாய்ந்து செல்லுமாறு செய்யலாம். நீர் ஆற்றல் சேகரிப்பானை விட்டு வெளியேறும் போது வெந்நீராக வெளியேறுகின்றது. இதன் மூலம் குளிர் காலங்களில் 50-60° செல்சியசு வெப்ப நிலையிலும், கோடைக் காலங்களில் 60-80° செல்சியசு வெப்பநிலையிலும் வெந்நீர் பெற முடியும். சூரிய ஒளி மந்தமான போதும், இராக் காலங்களிலும் இதைப் பயன்படுத்த முடியாது.

இது தொழிற்சாலைகளுக்கும், சிற்றுண்டிச்சாலைகளுக்கும் மிகவும் ஏற்றது. பெரிய பெரிய கட்டிடங்களின் மேற் கூரைகளில் இந்தச் சமளத்தட்டு ஆற்றல் சேகரிப்பானை முறையாகப் பொருத்தி விடுகின்றார்கள். கூரையின் கீழ்ப் பகுதிகளில் குழாய் களைப் பொருத்தி, அவற்றின் வழியே நீர் சுற்றி வருமாறு செய் கின்றார்கள். இதனால் தொழிற்சாலைகளுக்குத் தேவையான வெந்நீர்கூடுதல் செலவின்றி நீண்ட காலத்திற்கு நாள்தோறும் கிடைக்கின்றது. மேலும் கோடைக் காலங்களில் கட்டிடங்களின் உட்பகுதிகளுக்கு வெப்பம் பரவி ஏற்படும் புழுக்கத்தை இது தவிர்க்கின்றது.

ஆசிய விளையாட்டுப் போட்டி (Asian Games) புது டெல்லி யில் நடைபெற்றபோது, அங்குத் தேவையான வெந்நீரைச் சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்திப் பெற்றார்கள் என்பது ஈண்டுக் குறிப் பிடத்தக்கது. இப்போது பல நட்சத்திர ஓட்டல்களிலும், தங்கு மிடங்களிலும், முக்கியமான பெரிய பொதுவிடங்களிலும், கோவை யாகக் கட்டப்பட்டுள்ள குடியிருப்புகளிலும் இந்தச் சூரிய ஆற்றல் நீர் வெப்ப மேற்றி பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. அகமதாபாத் தில் உள்ள தேசிய துணி நெசவாலையில் இதைப் பயன்படுத்தித் தினமும் 80° செல்சியசு வெப்ப நிலையில் வெந்நீரைப் பெற்று

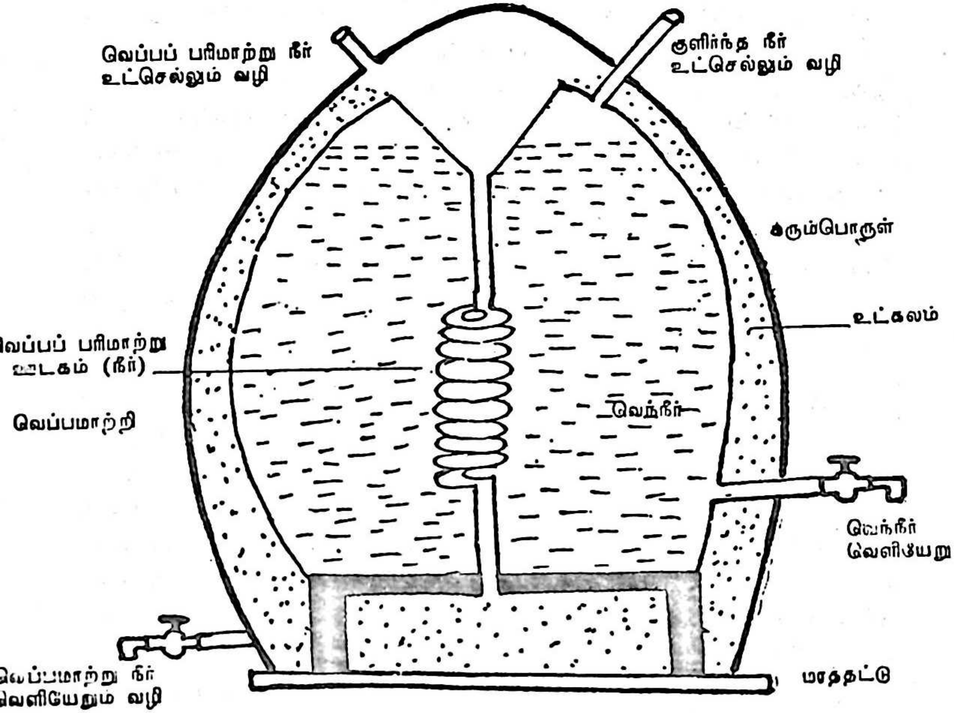
Koviloor Digital Library



வருகின்றார்கள். இன்று பல நிறுவனங்களில் இது பயன்படுத்தப் பட்டு வருகின்றது.

இந்தியாவில் பரோடாவில் உள்ள ஜோதி என்ற தனியார் நிறுவனம் சூரிய நீர் வெப்பமேற்றிகளைத் தேவைக்கு ஏற்ப வடிவமைத்துத் தருகின்றது. இந்தச் சூரிய நீர் வெப்பமேற்றிகளைப் பயன்படுத்தினால் நமக்குக் கணிசமான அளவு நிலக்கரி, எண்ணெய் முதலான தொல் படிவு எரிபொருள்கள் மிச்சமாகின்றன.

சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்பானைத் தக்கவாறு வடிவமைத்துக் கொண்டு சூரிய நீர்க் கொதிகலன்களை (Solar boiler) உருவாக்க முடியும். ஒரு சூரிய நீர்க் கொதிகலனின் அமைப்பு படம் 9இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது அடிப்பாகம் தட்டையாக உள்ள ஒரு




படம் 9 சூரியக் கொதிகலன்

Koviloor Digital Library



நீள் வட்ட வடிவத்தில் உள்ளது. இரண்டு கலன்கள் மிகக் குறுகிய இடைவெளியுடன் ஒன்றுக்குள் ஒன்றாகப் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. வெளிக்கலம் கருமை பூசப் பெற்ற அலுமினியத் தாலும் உட்கலம் வெப்பங் கடத்தாத உலோகத்தாலும் செய்யப் பட்டனவாக இருக்கும், அப்போதுதான் வெப்பமானது சூடேற்றப் பட்ட வெந்நீரிலிருந்து வெப்பப் பரிமாற்று ஊடகத்திற்குக் கடத்தப்படாது. உட்பகுதியில் வெப்பப் பரிமாற்றுச் சாதனம் வைக்கப்பட்டு மேலிருந்து கீழ்ப்பகுதிக்கு அதன் வழியாக நீர் எடுத்துச் செல்லப்படுமாறு உலோகக் குழாய்கள் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இரு சுவர்களுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியில் வெப்பப் பரிமாற்று ஊடகமான நீரும், உட்பகுதியில் வெப்பம் ஏற்றப்பட வேண்டிய நீரும் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. வெளிக்கலம் சூரிய ஆற்றலை உட்கவர்ந்து வெப்பப் பரிமாற்று ஊடகத்தைச் சூடுபடுத்துகின்றது. சூடுபடுத்தப்பட்ட நீர் சலனத்தினால் மேற் பகுதிக்குச் செல்லுகின்றது. அங்கிருந்து அது வெப்பப் பரிமாற்றி வழியாகக் கீழ்ப் பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. வெப்பப் பரிமாற்றியில் வெப்பம், வெப்ப பரிமாற்று ஊடகத்திலிருந்து குளிர் நீருக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. இது போன்ற பல சுற்றுக் களுக்குப்பிறகு நீர் நன்கு சூடேற்றப்பட்டு விடுகின்றது. இரண்டு மணி நேரத்திற்குள் சுமார் 80° செல்சியசு கொண்ட வெந்நீரை இதனால் தயாரிக்க முடியும். இது சிற்றுண்டிச் சாலை மற்றும் தேநீர்க் கடை போன்ற இடங்களுக்கு மிகவும் பொருத்தமான சாதனமாகும்.

## 14 சூரிய அடுப்பு (Solar Cooker)

சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்பான்களான கரும் பொருள் சமதளத் தட்டையோ, எதிரொளிக்கும் குவிப்பு ஆடிகளையோ சூரிய அடுப் பாகப் பயன்படுத்தி உணவுப் பொருள்களைச் சமைக்கலாம். இதையே சூரிய அடுப்பு என்கின்றார்கள். சூரிய அடுப்பைக் கொண்டு சமைக்கும் முறை இன்னும் நம் நாட்டில் பரவலாக வில்லை. அதற்குக் காரணம் பழய முறைகளுக்கு வழக்கப்படுததப் பட்டு வேறு சிந்தனைகளை ஏற்க நம் மனம் பிடிவாதமாக மறுத்துவருவதுதான். தவிர, சூரிய அடுப்புப் பற்றிய விளம்பரம்,

Koviloor Digital Library



அதன் செயல் முறை பற்றி கருவிகளைக் கொண்டே மக்களுக்கு விளக்கிக் காட்டுதல் முதலானவை இல்லாததால் மக்களிடையே இன்றைக்கு நல்ல வரவேற்பைப் பெறவில்லை. பொருளாதாரத் தால் அவ்வளவு சிக்கனம் இல்லை என்றும் நினைக்கின்றார்கள். பெட்ரோல் விலையும், நிலக்கரி விலையும் ஏறிக் கொண்டே போகின்றன. வருங்காலத்தில் சூரிய அடுப்பு மிகவும் சிக்கனமான தொரு சாதனம் என்று மக்கள் நினைக்கலாம். அந்நிலை உண்மையில் வெகு தொலைவில் இல்லை.

எரு வராட்டி, விறகு, கரி, பழுப்புநிலக்கரி, மண்ணெண்ணெய், எரிவளி முதலிய பலவிதமான எரிபொருள்களைத் தங்கள் தங்கள் வசதிக்குத் தக்கவாறு சமையலுக்காகப் பயன்படுத்துகின்றார்கள். வெவ்வேறு எரிபொருள்கள் வெவ்வேறு எரிதிறனைப் பெற்றிருப் பதால், ஓர் அடுப்பின் பயனுறு திறன் பயன்படுத்தப்படும் எரி பொருளைப் பொறுத்தது.

நம்மில் பெரும்பாலானோர் சமைக்கும்போது எரிபொருளைச் சிக்கனமாகச் செலழிப்பதில்லை. இதனால் எரிபொருள் செலவு அதிகமாவதோடு நாட்டின் பயனுறு வேலைக்குக் கிடைத்த எரி பொருளும் வீணாகின்றது. பொதுவாகச் சமைக்கும்போது, தேவைக்கு அதிகமான நீரை எடுத்துக் கொண்டு சமைப்பதாலும், நீரை ஆவியாக்குவதினாலும், வெப்ப இழப்பு ஏற்பட்டு எரி பொருள் வீணாகின்றது. கொடுக்கப்படும் ஆற்றலில் 20 விழுக்காடு மட்டுமே உணவுப் பொருளைச் சமைக்கப் பயன்படுகின்றது. 45 விழுக்காடு வெப்பச் சலனத்தினாலும், 35 விழுக்காடு நீரை ஆவியாக்குவதினாலும் இழக்கப்படுகின்றது. எரிபொருளைப் பயன் படுத்துவதில் எப்படிச் சிக்கனமாக இருக்கலாம் என்பது அப்படி யொன்றும் இரகசியம் இல்லை. வெப்பநிலை ஒரு சமநிலையில் இருக்கும் போது, அதாவது வெப்பநிலை ஏறக்குறைய மாறாமல் ஒரு குறிப்பிட்ட உயர் வெப்பநிலையில் இருக்கும் போது (நீரின் கொதிநிலை வெப்பநிலை) சமைக்கப்படும் வீதம், வெப்பம் எந்த அளவிற்குத் தொடர்ந்து அளிக்கப்படுகின்றது என்பதைப் பொறுத்ததில்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் சமைக்கப் படும் வீதம் சீராக நடைபெறுகின்றது. எனவே, அதற்குப் பிறகு

Koviloor Digital Library



கொடுக்கப்படும் வெப்பம் நீரை ஆவியாக்க மட்டுமே பயன்படுகின்றது. அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையை எட்டிய பிறகு கொடுக்கப்படும் வெப்பத்தினால் வீணாக நீர் ஆவியாகிக் கொண்டிருக்கும்; விரைந்து சமைக்கப்படுவதில்லை. இதிலிருந்து ஓர் உண்மையை அறிந்து கொள்ளமுடிகின்றது. எந்த வீதத்தில், குறைவாகவோ, கூடுதலாகவோ வெப்பத்தை அளித்தாலும் சமைக்கப்படும் பொருளின் வெப்ப இழப்பு சமமாகவே இருக்கும் போது சமைப்பதற்கு அது எடுத்துக் கொள்ளும் காலமும் சமமாகவே இருக்கின்றது.

ஆரம்பத்தில் நீர் சூடுபடுத்தப்பட்டு வெப்பநிலை தொடர்ச்சியாக உயர்ந்து கொண்டே செல்கின்றது. அப்போது நீரால் இழக்கப்படும் வெப்பம், பெறப்படும் வெப்பத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும். நீர் கொதிநிலையை எட்டியவுடன் வெப்ப இழப்பும், வெப்ப ஏற்பும் சமமாக இருக்கும். கூடுதல் வெப்பத்தை அளிப்பதினால் வெப்பநிலை நீரின் கொதிநிலை வெப்பநிலைக்கு மேல் அதிகரிப்பதில்லை. இதனால். சமைக்க வேண்டிய பொருளோடு நீர் கொதிக்க ஆரம்பித்தவுடன் சற்று நேரம் அடுப்பை நிறுத்தி வைத்துவிடலாம் என்றும், தொடர்ந்து வெப்பத்தை அளிக்க வேண்டிய அவசியமில்லை என்றும் அறிவுரை கூறுகின்றார்கள்.

சமைக்கும்போது தவிர்க்க இயலாத வெப்பச் சலத்தினால் அதிக வெப்ப இழப்பு ஏற்படுகின்றது. இதைத் தவிர்த்துக்கொண்டால் ஓரளவு ஆற்றலை மிச்சப்படுத்த முடியும். தக்க வெப்பக் காப்பீடு செய்து இதை நிறைவேற்ற முடியும். இதை வைக்கோல் பெட்டி சமைக்கும் முறை என்று கூறலாம். இது மிகவும் எளிமையானது. எல்லோராலும் வீட்டில் செய்து நடைமுறைப் படுத்தக் கூடியது.

ஒரு மரப்பெட்டி அல்லது மூங்கில் கூடையை எடுத்து அதில் நன்கு காய்ந்த வைக்கோல் அல்லது மரத்தூளை நிரப்பிக் கொண்டு நன்றாக அமுக்கி வைத்துவிட வேண்டும். அமுக்கப்பட்ட நிலையில் அது குறைந்தது ஓர் அடித் தடிப்பு இருக்கு

Koviloor Digital Library



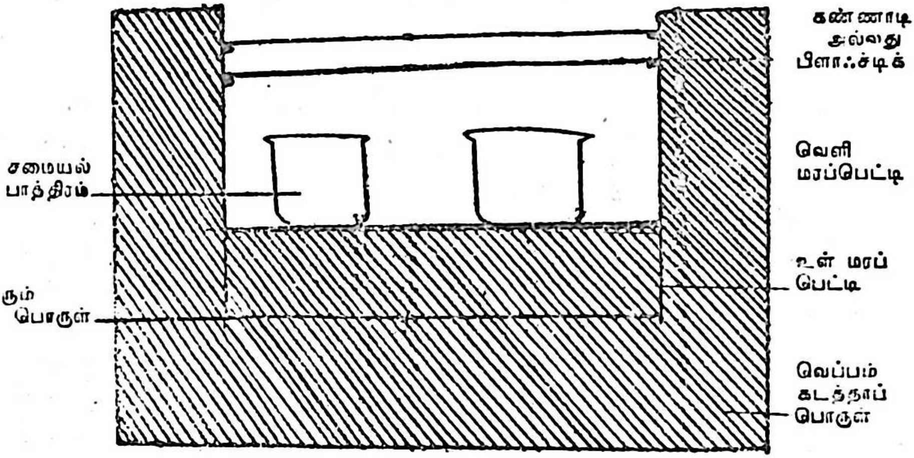
மாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். பின்னர் வழக்கமாக நாம் சமைக்கப் பயன்படுத்தும் பாத்திரத்தை அமுக்கப்பட்ட வைக்கோல் பரப்பின் மையத்தில் வைத்து, அதைச் சுற்றி மீண்டும் வைக் கோலை நிரப்பி அமுக்கிவிடவேண்டும். பாத்திரத்தின் கழுத்துப் பாகம் வரை வைக்கோலினுள் இருக்குமாறு செய்யவேண்டும். இப்போது பாத்திரத்தை எடுத்துவிட்டால் வைக்கோல் பெட்டியில் ஒரு காலியிடம் இருக்கும். பாத்திரத்தை வைத்தபின் இடத்தை நிரப்ப மரத்தூளைப் பயன்படுத்த முடியாது. ஏனெனில், பாத்திரத்தை வெளியே எடுத்தபின் மரத்தூள் கலைந்து போய்விடலாம். அகலமான ஒரு துணிப்பையில் வைக்கோலைச் சீராகப் பரப்பி ஒரு சின்ன மெத்தை போலத் தைத்துவிட வேண்டும். இதை வைக்கோல் பெட்டியின் மூடி யாகப் பயன்படுத்தலாம். எந்தப் பாத்திரத்தை வைக்கோல் பெட்டியில் வைத்து அதன் அளவை வார்த்துக் கொண்டோமோ அந்தப் பாத்திரத்தை அடுப்பில் வைத்து வழக்கமாகச் செய்வதைப் போலச் சமைக்கலாம். நீர் கொதி நிலையை எட்டியவுடன் அடுப்பை நிறுத்திவிட்டு அப்பாத்திரத்தை எடுத்து ஏற்கனவே தயார் செய்து வைத்துள்ள வைக்கோல் பெட்டியில் உள்ள காலியிடத்தில் வைத்து அதற்குரிய மூடியால் மூடிவிடவேண்டும். சமைக்கப்பட வேண்டிய பொருள் கூடுதல் எரிபொருள் செலவின்றி ஏறக்குறைய அதே காலத்தில் சமைக்கப்பட்டு விடுகின்றது. இதனால் எரி பொருள் கணிசமாக மிச்சமாகின்றது. இதை நம் வீடுகளில் பின்பற்றி ஆற்றல் நெருக்கடி என்ற பிரச்சினையைத் தீர்க்க ஓரளவு ஒத்துழைப்புத் தரலாமே.

இதைவிட சூரிய அடுப்பு ஒரு விதத்தில் சாலச் சிறந்தது. ஏனெனில் சூரிய அடுப்பில் தொடக்க முதலீடு மட்டும்தான். எரிபொருள் செலவு என்பது ஒரு சிறிதும் இல்லை. ஆற்றல் சேகரிப்புச் சமதளத் தட்டைக் கொண்டு வடிவமைக்கப்பட்ட சூரிய அடுப்பொன்றின் அமைப்புப்படம் 10-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு ஆற்றல் சேகரிப்பானிலிருந்து வெப்பம் சமைக்கப் பயன் படுத்தப்படும் பாத்திரத்திற்குக் கடத்தப் படுகின்றது, ஒரே சமயத்தில் இரண்டு அல்லது மூன்று பாத்திரங்களை வைத்துச் சமைக்க முடியும். சமைக்க இது இரண்டு அல்லது மூன்று மணி

Koviloor Digital Library



நேரம் எடுத்துக் கொள்ளுகின்றது. ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்புள்ள ஆற்றல் சேகரிப்புத் தட்டைக் கொண்டு 5 அல்லது 6 பேருக்குத்




படம் 10 சூரிய அடுப்பு

தாராளமாய்ச் சமைக்கமுடியும் என்பதால் இது சிறிய குடும்பங்களுக்கும், சிற்றுண்டிச் சாலைகளுக்கும் மிகவும் அனுகூலமானது. பெரிய தொழிற்சாலைகளில் உள்ள உணவுவிடுதிகளில் இதை நிறுவி அங்குப் பணிபுரியும் எல்லோருக்கும் உணவு சமைப்பது என்பது இயலாது. சூரிய அடுப்பைக் கொண்டு சமைப்பதனால் மற்றொரு பயனும் உள்ளது. நீர் வடித்து எடுக்கப்படாததால் சமைக்கப்பட்ட உணவில் சத்து இழப்பு ஏற்படுவதில்லை.

இது போன்ற அமைப்பை மிக எளிதாக நாமே உருவாக்கிக் கொள்ள முடியும். இதைத் தயாரிக்க 20 முதல் 50 ரூபாய் வரை செலவாகும் என்று டில்லியில் உள்ள ஐ.ஐ. டி. நிறுவனம் செய்து காட்டியுள்ளது. பலவிதமான இது போன்ற சூரிய அடுப்புகள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுக் கடைகளில் விற்பனை செய்யப்பட்டு வருகின்றன. ஒரு சூரிய அடுப்பின் விலை இன்றைக்கு 400 முதல் 500 உரூபாய் வரை உள்ளது. சாதாரணமாக ஒரு நல்ல சூரிய அடுப்பு 1000 வாட் திறன் வாய்ந்த ஒரு மின் அடுப்பிற்கு ஒப்பான செயல்

Koviloor Digital Library



திறனைப் பெற்றிருக்கின்றது. 10 நிமிடங்களில் சுமார் 2 லிட்டர் நீரை இது கொதிக்க வைக்க வல்லது. பொதுவாக ஒரு சூரிய அடுப்பு 5 முதல் 10 ஆண்டுகள் வரை நல்ல முறையில் பயனளிக்கக் கூடியது.

இந்தியாவில் சூரிய அடுப்பு விற்பனை மிகக் குறைவாக உள்ளது. வெற்றிகரமாக அமையவில்லை. ஆனால் இசுரேல், லெபனான், சப்பான், பர்மா முதலான நாடுகளில் சூரிய அடுப்பு வீட்டுக்குவீடு பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. அங்கு ஆற்றல் குவிப்பு முறையையும், சூரிய அடுப்புகளில் பயன்படுத்துகின்றார் கள். பொதுவாக மெருகேற்றிய அலுமினிய ஆடிகளைக் கொண்டே இதை வடிவமைக்கின்றார்கள். வீட்டுப் பயன்பாட்டிற்கான சூரிய அடுப்புகளில் இதன் விட்டம் சுமார் 1.2 மீட்டர் உள்ளது. இதில் சமைக்க்ப்படவேண்டிய பாத்திரம் அலுமினிய ஆடியின் குவிய-தில் வைக்கப்பட்டு உணவு சமைக்கப்படுகின்றது. எவ்வப்போது சூரிய ஒளி கிடைத்து அதைக் குவிக்க முடியுமோ அப்போ தெல்லாம் அது கோடைக்காலமாயிலும் சரி, குளிர்காலமாயினும் சரி, இச் சூரிய அடுப்புகள் செயலாறறவல்லது. அமெரிக்காவில் சூரிய அடுப்புகளை ஒரு குடை போலச் செய்து விற்பனை செய் கின்றார்கள். இதை வெளியே எங்குவேண்டுமானாலும் எடுத்துச் செல்ல எளிதாக இருக்கின்றது. தேவையான போது குடையை விரிப்பது போல் விரித்து, சூரிய ஒளியில் தலைகீழாக வைத்து விடுகின்றார்கள். குடை போன்றிருக்கும் இந்தச் சூரிய அடுப்பு, எதிரொளிக்கும் தனிவகையான பிளாஸ்ட்டிக்குகளினால் செய்யப் பட்டது. நெருப்புப்பற்ற வைக்க முடியாத கடலோரப்பகுதி களிலும், உல்லாசப் பயணத்தின் போது தங்க நேரிடும் காட்டுப் பகுதிகளிலும், வெறெந்த ஆற்றல் மூலங்களே கிடைக்காத பாலை வனம் மற்றும் துருவப் பகுதிகளிலும் இது போன்ற சூரிய அடுப்பு மிகவும் பயனுள்ளதாய் இருக்கின்றது.

பாத்திரத்தைக் கையாளும்போது மிகவும் கவனமாக இருக்க வேண்டும். ஆற்றல் குவிக்கப்படும் குவியத்தில் தவறிப்போய் நம் உடலின் ஏதாவது ஒரு பகுதி பட்டுவிட்டால் நொடிப் பொழுதில் தீக்காயம் ஏற்படக்கூடிய அபாயம இதில் இருக்

Koviloor Digital Library



கின்றது. மேலும் ஆற்றல் சேகரிப்புச் சமதளத்தட்டு சூரிய அடுப்புப்போல ஒரே சமயத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பாத்திரங்களை வைத்துக்கொண்டு சமைக்க இயலாது. மேலும் சமதளத் தட்டைப்போல் ஒரே நிலையில் வைத்துக்கொண்டு முழு நேரமும் சமைக்க முடியாது. சூரியனின் இருப்பிடத்திற்குத் தக்கவாறு குவிப்பு ஆடிகளைத் திருப்பிக்கொண்டே இருக்க வேண்டும்.

அஸ்ஸாம் மாநிலத்தில் ஜௌகாத்தியில் உள்ள அறிவியல் மற்றும் தொழில் நுட்ப ஆராய்ச்சி நிறுவனத்தைச் சேர்ந்த ஆற்றல் ஆராய்ச்சிப் பிரிவினர், ஒரு புதிய மாறுபட்ட, ஆனால் எளிய மலிவான சூரிய அடுப்பை உருவாக்கியிருக்கின்றார்கள். இதில் விசிறி மடிப்பைப் (Corrugated) போலுள்ள கருப்பொருளைப் பயன்படுத்தி அகச்சிவப்புக் கதிர்களை உட்கவர்ந்து வெப்பத்தைப் பெற்றுச் சமைக்கின்றார்கள். இதன் விற்பனை விலை நூறு உருவாக்கும் குறைவு என்று தெரிவித்திருக்கின்றார்கள்.

சூரிய ஒளி நல்ல முறையில் கிடைக்கும் காலங்களில் மட்டுமே சூரிய அடுப்புகளைக் கொண்டு சமைக்க முடியும். சூரிய ஆற்றல் தமிழ்நாட்டில் ஒரு நாளைக்குச் சராசரியாக 8 மணி நேரம் கிடைக்கின்றது. எனவே சூரிய அடுப்பை நாம் நன்கு பயன் படுத்திக் கொள்ள வாய்ப்பு இருக்கின்றது. ஆனால், சூரிய அடுப்பைக்கொண்டு வீட்டு முற்றத்திலோ, மொட்டை மாடியிலோதான் சமைக்க முடியும். மேலும் விரைந்து சமைக்க இயலாது என்றாலும் சூரிய ஆற்றல் நமக்கு என்றும் இலவசமாகவே கிடைத்து வருகின்றது என்பதற்காக இதுபோன்ற சிறிய இடையூறுகளைப் புறக்கணித்து விடலாம்.

## 15 சூரியக் கதகதப்பூட்டும் சாதனம் (Solar space heater)

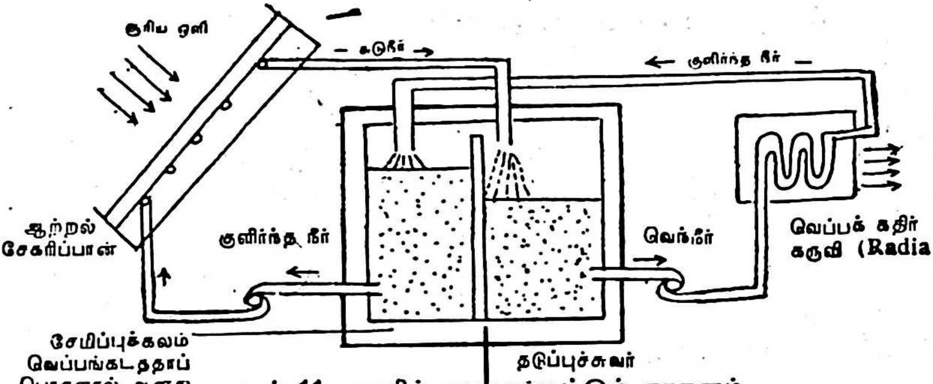
ஏறக்குறைய இதுபோன்ற அமைப்பைக்கொண்டு குளிர் காலங்களில் சூரியக்குளியலை (Sun bath) எடுத்துக்கொண்டு உடம்பிற்குத் தேவையான வெதுவெதுப்பைக் கொடுக்கலாம். பளபளப்பான அலுமினியத் தகடுகளின் உதவியால் சூரிய ஒளியை உடம்பில் பல பகுதிகளிலும் குவிக்கின்றார்கள். இது குளிரால்

Koviloor Digital Library



விறைத்துப்போன உடம்பிற்குத் தேவையான வெதுவெதுப்பை விரைந்து அளிக்கின்றது.

தக்க ஆற்றல் பரிமாற்றிகளை அமைத்துக் கொண்டு குளிர் காலங்களில் வீட்டிலுள்ள அறைகளை வெது வெதுப்பாக வைத்துக் கொள்ளவும், குளிர் காலங்களில் நீச்சல் குளங்களில் உள்ள நீரை வெதுவெதுப்பாக்கவும், சூரிய ஆற்றல் பயன் படு கின்றது. சூரியக் கதகதப்பூட்டும் சாதனத்தின் அமைப்பு படம் 11-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆற்றல் சேரிகப்பான் மூலம் வெந்நீர் உண்டாக்கி அதைச் சேமிப்புக் கலமொன்றில் சேகரித்துக்கொள்ள வேண்டும். வெந்நீரை ரேடியேட்டர் (Radiator) அல்லது வெப்பம்




படம் 11 சூயரிக் கதகதப்பூட்டும் சாதனம்.

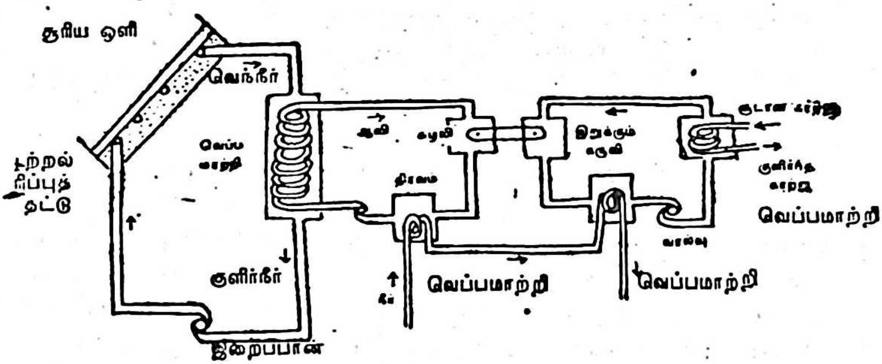
வீசும் கருவியின் வழியாக எடுத்துச் சென்றால், வெப்பமானது வெளியே வீசப்படுகின்றது ரேடியேட்டரை வீட்டிலுள்ள அறை யினுள் பொருத்தி விட்டால், குளிர் காலத்தில் தேவைப்படும் வெதுவெதுப்பைப் பெறமுடிகின்றது. இரு நீர் இறைப்பான்களைக் கொண்டு தொடர்ந்து நீர் இறைக்கப்படவேண்டும். அப்பொழுது தான் பகல் முழுதும் தொடர்ந்து வெதுவெதுப்பைப் பெறமுடியும். நீருக்குப் பதிலாகக் காற்றையும் பயன்படுத்திச் சூரியக் கதகதப் பூட்டும் சாதனத்தை வடிவமைத்துக்கொள்ளலாம். இன்றைய சூழ்நிலையில் இது பொருளாதார அடிப்படையில் சிக்கனமான தாக இல்லை.

Koviloor Digital Library



## 16 சூரியக் குளிர்சாதனப் பெட்டி (Solar refrigerator)

ஏறக்குறைய மேற் சொன்ன அமைப்பைப் போல ஒரு சாதனத்தை வடிவமைத்துக் கொண்டு கோடைக் காலத்தில் வீடுகளுக்குக் குளிர்ஊட்டவும், குளிர் சாதனப் பெட்டிகளை இயக்கவும் முடியும். சூரியக் குளிர் சாதனப் பெட்டி சூரியக் கதகதப்பூட்டும் சாதனத்தை விட அதிகத் தொழில் நுட்பமுடையதாகவும், செலவு அதிகமுள்ளதாகவும் இருக்கின்றது. சூரியக் குளிர் சாதனப் பெட்டியின் அமைப்பும் செயல் முறையும் படம் 12-இலிருந்து அறிந்து கொள்ளமுடிகின்றது.




படம் 12 சூரியக் குளிர் சாதனப் பெட்டி

சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்பானைக் கொண்டு பெறப்பட்ட வெந்நீரிலிருந்து வெப்பத்தை வெப்பப் பரிமாற்றியின் மூலம் குறைந்த கொதிநிலை வெப்பநிலை உடைய ஒரு நீரியத்திற்கு (மீதேன் கூட்டுப் பொருள்) எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. இதனால் விரிவடைந்த ஆவி சுழலியை இயக்குகின்றது. எஞ்சிய ஆவி குளிர்விக்கப்பட்டு மீண்டும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மற்றொரு சுற்றில் அதே நீரியம் வெப்ப மாற்றியின் மூலம் அறையிலுள்ள வெப்பத்தை ஈர்த்துக் கொண்டு ஆவியாகின்றது. இதனால் அறையானது குளிர்விக்கப்படுகின்றது. இந்த ஆவியை முதல் சுற்றில் உள்ள சுழலியின் உதவியால் ஓர் இறுக்கும் கருவியை இயக்கி நீரியமாக்கி மீண்டும் பயன்படுத்தலாம். மாறி மாறிக்

Koviloor Digital Library



குறைந்த அழுத்தத்தில் ஆவியாக்கப்பட்டு உயர் அழுத்தத்தில் நீரியமாக்கப்படுவதால் குளிர்ச்சி ஏற்படுகின்றது.

சூரியக் குளிர் சாதனப்பெட்டி ஒரு மின் குளிர் சாதனப் பெட்டி தரும் பயன்களோடு வேறு சில பயன்களையும் பெற்றிருக்கின்றது. குளிர் சாதனப் பெட்டி சூரிய ஆற்றலைக் கொண்டு இயக்கப்படுவதால், மின்சாரம் கிடைக்காத கிராமங்களிலும், மலைப் பகுதிகளிலும் இந்தவசதியைப் பெறமுடியும். இதனால், குழந்தைகளுக்கு மிகவும் இன்றியமையாத சில சொட்டு மருந்துப் பொருள்களைப் பாதுகாத்துத் தேவையான பொழுது அப்பகுதி மக்களுக்குக் கொடுத்து உதவ முடிகின்றது. இது சிறப்பான வழிமுறையாக இருப்பதால், உலக சுகாதார நிறுவனம் இத்தகைய சூரியக் குளிர் சாதனப் பெட்டிகளைப் பயன்படுத்த வலியுறுத்தி வருகின்றது.

சூரியக் குளிர் சாதனப் பெட்டியால் விளையும் மற்றொரு நன்மை, கோடைக் காலத்தில் தேவைப்படும் குளிர்ச்சியைப் பெறுதலாகும். பெரிய பெரிய தொழிற்சாலைகளில் அலுவலக அறைகள் அனைத்திற்கும் இதைக் கொண்டு குளிர் சாதன வசதியை ஏற்படுத்தலாம். இதனால் குளிர் மற்றும் கோடைக் காலங்களில் சுறுசுறுப்பாக வேலை செய்ய முடிகிறது.

## 17 சூரிய நீர்க் காய்ச்சி வடிப்பான் (Solar distillation)

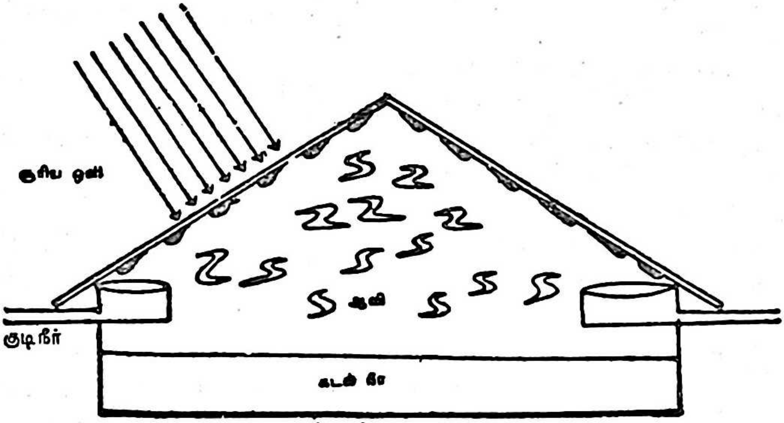
பூமியின் பரப்பில் கிடைக்கும் நீரில் 97 விழுக்காடு கடல் நீராகவும் 2 விழுக்காட்டிற்கு மேல் துருவப் பகுதிகளில் பனிக்கட்டிகளாகவும் உள்ளன. எஞ்சிய ஒரு விழுக்காட்டிற்கும் குறைவான நீரே நமக்கு ஆறுகளினாலும், நீரூற்றுகளினாலும், கிடைக்கக் கூடியதாக இருக்கின்றது. கிடைக்கும் இந்நீரில் தொழிற்சாலைக் கழிவுகளினாலும், மனித அசுத்தங்களினாலும் பேரளவில் மாசு கலக்கப்பட்டு நம்மால் பயன்படுத்த முடியாததாய் இருக்கின்றது. இக்காரணங்களினால் நல்ல குடிநீர் பெறுவதென்பது ஒரு பிரச்சினையாக இருக்கின்றது. தவிர மக்கள் தொகைப் பெருக்கத்தினாலும், நாகரிக வாழ்க்கை முன்னேற்றத்தினாலும் எதிர்காலத்தில் குடிநீர் தேவை இன்னும் அதிகரித்துப் பிரச்சினை இன்னும்

Koviloor Digital Library



சிக்கலாகலாம். இப் பிரச்சினையின் தீர்வுக்கும் சூரிய ஆற்றல் கைகொடுக்க முன்வந்துள்ளது.

பெரிய சூரிய நீர்க்காய்ச்சி வடிப்பான்களைக் கட்டி அதிலிருந்து கடல் நீரைக் குடி நீராக்கலாம். இவ்வழி முறையைப் பயன்படுத்தி அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா, சப்பான் போன்ற நாடுகளில் குடிநீர் பெற்று வருகின்றார்கள்.




கறுப்பு நிறத்தளம்

படம் 13 சூரிய நீர்க்காய்ச்சி வடிப்பான்

ஒரு சூரிய நீர்க்காய்ச்சி வடிப்பான் படம் 13இல் இருப்பதைப் போன்று உள்ளது. இதன் செயல் முறை ஏறக்குறைய இயற்கை முறையை ஒத்திருக்கின்றது. இயற்கையில் சூரியன் தன் வெப்பத்தினால் கடல் நீரை ஆவியாக்கிக் குளிர்வித்து மழையாகப் பெய்யச் செய்து நன்னீரைத் தருகின்றது. சூரிய நீர்க்காய்ச்சி வடிப்பானில் நீரைக் காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் நன்னீரைப் பெறுகின்றோம். இதில் சூரிய ஒளி கண்ணாடியாலான சாய்தளக் கூரையின் வழியே சென்று, கரும்பொருளான அடித்தளத்தால் உறிஞ்சப்படுகின்றது. இதனால் அதில் உள்ள உப்பு நீர் ஆவியாக்கப்படுகின்றது. இது குளிர்விக்கப்பட்டு மேற்கூரைகளின் உட்பகுதியில் படிகின்றது. கூரை சாய்தளமாக இருப்பதால் குளிர்விக்கப்பட்ட நீர் வழிந்து ஒரு நீர்ப்பிடிப்பான் மூலம் வெளியே எடுத்துச்செல்லப்பட்டுக் குடிநீராகச் சேமிக்கப்படுகின்றது.

Koviloor Digital Library



நீரைக்கொதிக்க வைத்து நீராவியாக்கி, பின்னரே அதைக் குளிர்விக்க வேண்டும் என்பதில்லை. இம்முறையில் நீராவியாக்கம் விரைவாக நடைபெறுகின்றது அவ்வளவே. குறைந்த வெப்ப நிலையிலும் நீரை நீராவியாக்க முடியும். இல்லையென்றால், ஈரமான துணிகளை உலர்த்துவது என்பது இயலாததாகிவிடும் இங்கு நீராவியாக்கம் மெதுவாக நடைபெறுவதால் நன்னீரைப் பெறுவதற்கு நீண்ட காலமாகின்றது. ஒரு நீரியமானது வளி மண்டல அழுத்தத்திற்குக்கீழே உள்ள அழுத்தத்தில் தன் இயல்பான கொதி நிலை வெப்பநிலையை விட மிகக்குறைந்த வெப்பநிலை யிலேயே கொதிக்கும், அதாவது விரைந்து ஆவியாகி நிலை மாற்றம் பெறும் என்ற உண்மையை இங்குப் பயன்படுத்தி இக் குறைபாட்டைப் போக்கலாம். சூரிய நீர்க்காய்ச்சி வடிப்பானுள் மிகக்குறைந்த அழுத்தம் இருக்குமாறு செய்தால், கடல் நீர் மிக விரைவாக நீராவியாக்கப்படுகின்றது என்றாலும் இந்த வழி முறையில் சில தொழில் நுட்பச் சிக்கல்கள் உள்ளன.

## 18 சூரிய வெப்ப ஆற்றலின் பிற பயன்கள்

சூரிய வெப்ப ஆற்றல் விவாசயத் துறையில் செய்து வரும் பயன் அளப்பரியது. ஆஸ்திரேலியாவில் திராட்சைப் பழங்களைப் பெரிய அளவில் மிக விரைவில் உலர்த்த சூரிய ஆற்றலைப் பயன் படுத்துகின்றார்கள். மலைப் பகுதிகளில் விளையும் ஏலக்காய், தேயிலை, காப்பிக்கொட்டை முதலான விளை பொருள்களை விரைவில் உலர்த்தவும் சூரிய ஆற்றல் பயன்படுகின்றது. சூரிய ஆற்றலைக் கொண்டு மிளகாய், புகையிலை, உலர்த்தப்பட வேண்டிய பழங்கள், உலர்த்திப் பாதுகாக்கப்பட வேண்டிய விளை பொருள்கள் இவற்றையெல்லாம் சிறப்பாக உலர்த்தலாம். மிளகாயை 3 முதல் 5 நாள்களில் உலர்த்த முடிவதோடு, அதன் நிறமும் மாறுபடுவதில்லை; பழங்களின் சுவையும் குன்றிப் போவதில்லை.

சூரிய ஆற்றலைக் கொண்டு நெல் மற்றும் தானியங்களை உலர்த்தலாம். சிதம்பரத்தை அடுத்துள்ள மணலூரில் அண்ணா மலைப் பல்கலைக் கழகத்தினரால் ஒரு சூரிய நெல் உலர்த்தும்

Koviloor Digital Library



கருவி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இது சூரிய வெப்ப ஆற்றலைச் சேகரித்து நாள் ஒன்றுக்கு 1 முதல் 2 டன் வரை நெல்லை உலர்த்த வல்லதாய் இருக்கின்றது. இவ்வழிமுறை நெற் களஞ்சிய மையங்களுக்கும், அரிசி ஆலைகளுக்கும் மிகவும் அனுகூலமாய் இருக்கும் என்று சொல்லுகின்றார்கள்.

செராமிக் (Ceramic) போன்ற மின் கடத்தாப் பொருள்களை அச்சு வார்த்துக் காய வைக்கவும், செங்கற்களை உலர்த்தவும்கூட சூரிய வெப்ப ஆற்றல் பயன்படுகின்றது. தொழில் துறையில் துணிகளுக்குச் சாயமிட்டுக் காய வைக்கவும், பக்குவமாய் உலர்த்த வேண்டிய மருந்துப் பொருள்களையும், சில இரசாயனப் பொருள் களையும், காகிதம், சாக்கரை, முதலான உற்பத்திப் பொருள் களையும் உலர்த்த வெப்ப மேற்றப்பட்ட நீராவி இன்றியமையாது தேவைப்படுகின்றது. இதற்கு நிலக்கரி, எண்ணெய் முதலான எரி பொருள்களைப் பயன்படுத்தி வருகின்றார்கள். எரி பொருள் தட்டுப்பாடு மெள்ள எழுச்சி பெறும் இந்நாளில் ஏராளமாகவும், இலவயமாகவும் தூய்மையாகவும் கிடைக்கக் கூடிய சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி வளம் பெறலாம்.

## 19 சூரிய வெப்ப ஆற்றல் சேமிப்பு முறைகள்

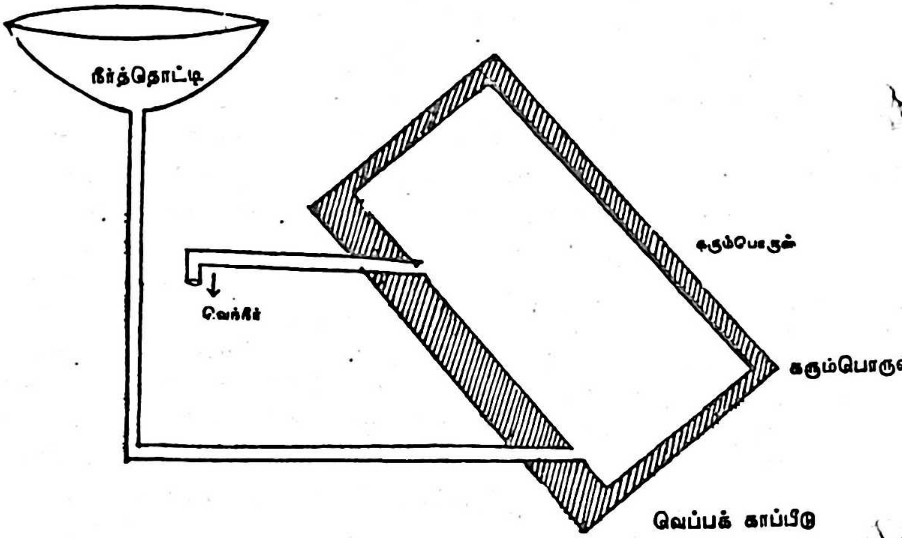
இரவுப் பொழுதிலும், வெயில் மந்தமான நேரத்திலும், சூரியனே உதிக்காத குளிர் காலத்திலும் வேண்டும் ஆற்றல் தேவைகளுக்குச் சூரிய ஆற்றலைச் சேமித்து வைக்க வேண்டியது இன்றியமையாததாகின்றது. சூரிய ஆற்றலை இரு வழிகளில் சேமித்து வைத்துக் கொண்டு பின் தேவைகளுக்குப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். அவை நீரை வெப்பப்படுத்திச் சுய வெப்பமாகச் (Specific heat) சேமித்தலும், ஒரு பொருளிற்கு நிலை மாற்றத்தை ஏற்படுத்தி உள்ளுறை வெப்பமாகச் (Latent heat) சேமித்தலும் ஆகும்.

பெரிய அளவில் ஆற்றல் சேகரிப்பான்களை அமைத்துக் கொண்டு குழாய்களின்றி நீரை நேரடியாக வெப்பப்படுத்தலாம். இவ்வெந்நீர் வெப்பக் காப்பீடு செய்யப்பட்ட கலனில் வைக்கப் பட்டிருந்தால் வேண்டும்பொழுது வெந்நீரைப் பயன்படுத்திக்

Koviloor Digital Library



கொள்ளலாம். படம் 14இல் காட்டப்பட்டுள்ள அமைப்பு இத் தகையதாகும். ஆற்றல் சேகரிப்பானையே வெப்பக் காப்பீடு




படம் 14 சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்பான் (சுய வெப்பமாக)

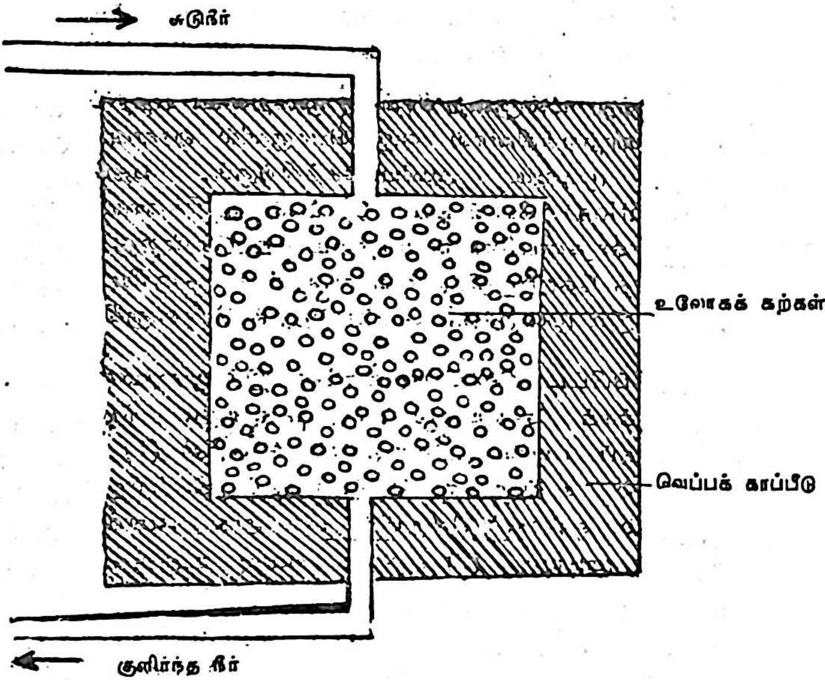
செய்யப்பட்ட கலனாகப் பயன்படுத்திக்கொள்ள முடிவதால் இம் முறையைக் கூடுதல் செலவு ஏதுமின்றி நடைமுறைப்படுத்த முடிகின்றது.

சூரிய ஆற்றலைச் சுயவெப்பமாக மற்றொரு வழிமுறை யினால் சேமித்து வைக்கலாம். உலோகக் கற்களை நெருக்கமாக வெப்பக் காப்பீடு செய்யப்பட்ட அறையில் நிரப்பி வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்பானிலிருந்து வெப்ப மேற்றப்பட்ட நீர் அல்லது காற்றை இதன் வழியே பாய்ந்து செல்லுமாறு செய்தால் உலோகக்கற்கள் கணிசமான அளவு வெப்பத்தை கவர்ந்து கொண்டு விடும். சிறந்த பயனுக்காக, உயர்ந்த அளவு சுய வெப்பங்கொண்ட உலோகக்கற்களைப் பயன் படுத்துகின்றார்கள். இதன் அமைப்பு படம் 15-இல் காட்டப் பட்டுள்ளது.

Koviloor Digital Library



வெப்பம் தேவைப்படும்போது இந்த அமைப்பின் கீழ் வழியாகக் குளிர்ந்த நீரைப் பாய்ச்சினால், அது உலோகக் கற்களிலிருந்து வெப்பத்தை ஈர்த்துக்கொண்டு வெந்நீராக வெளிவருகின்றது. எளிதாக இயற்கையில் கிடைப்பதால், இம்




படம் 15 சூரிய ஆற்றல்-சேமிப்பான் (சுய வெப்பமாக) உலோகப் படுகை.

முறைக்கு நீரும் அல்லது காற்றும், கூழாங்கற்களுமே சிறந்தனவாக உள்ளன. இவ்வமைப்பின் பயனுறு திறன்

1) உலோகக் கற்களின் பரிமாணத்தைப் பொறுத்தது.

அது குறைந்த அழுத்தச் சரிவை ஏற்படுத்தக் கூடிய வகையில் பெரிதாகவும் பொருள் முழுதும் வெப்பத்தை உறிஞ்சக் கூடிய வகையில் சிறியதாகவும் இருக்க வேண்டும். மேலும் இந்த உலோகக் கற்கள் சிறு சிறு உருண்டைகளாக இருப்பது

Koviloor Digital Library



நல்லது. அப்பொழுதுதான் வெப்பப் பரிமாற்று ஊடகம் சீராகப் பாய்ந்து செல்லும்.

2) கொள்கலனின் பரிமாணத்தைப் பொறுத்தது.
கலனின் பயன் திறன் மிக்க அளவு (Optimum size) என்பது உலோகக்கற்களின் வெப்பங் கடத்தும் பண்புகளோடு தொடர்புடையதாக இருக்கின்றது.

அடுத்து உள்ளுறை சேமிப்பு முறையைப் பற்றிப் பார்ப்போம். நிலை மாற்றத்தினால் ஒரு பொருளில் ஓரளவு வெப்பத்தைச் சேமிக்க முடியும். ஆவியாக்கத்திற்கும், பதங்கமாதலுக்கும் (Sublimation) வேண்டிய வெப்பம் அதிகமாக இருந்தாலும் கூடுதலான கனபரிமாண மாற்றம் ஏற்படுகின்றது. இது பெருத்த சிக்கலைத் தோற்றுவிக்கும் என்பதால் திட - சூரிய நிலை மாற்றத்தையே இம் முறைக்குப் பயன்படுத்திக் கொள்ளுகின்றார்கள்.

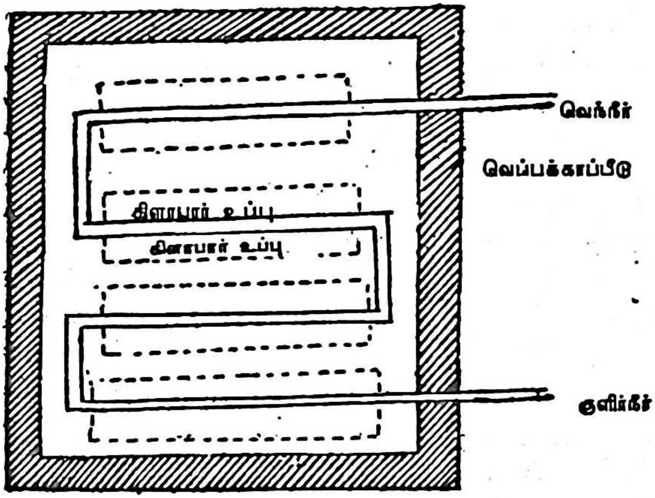
குறிப்பிட்ட சில பொருள்களே இம் முறைக்குச் சிறப்பாகப் பயனளிக்கக் கூடியதாக இருக்கின்றது. பொதுவாக இம் முறைக்குப் பயன் படுத்தப்படும் பொருள் (1) மிக அதிகமான உறைதல் உள்ளுறை வெப்பத்தைப் பெற்றிருக்க வேண்டும் அதனால் ஓரலகு நிறையில் மிக அதிக அளவு வெப்பத்தைச் சேமிக்க முடியும். (2) தகுந்த அளவு உருகுதல் வெப்பநிலை (Melting point) யைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். ஏனெனில் மிக உயர்ந்த உருகுதல் வெப்பநிலை பெற்றிருக்குமானால், நிலை மாற்றம் ஏற்படாது கூடப் போகலாம். (3) நிலை மாற்றத்தினால் சிதைவுறாமல் இருக்க வேண்டும். ஏனெனில் திரும்பத் திரும்ப உருகவும் உறையவும் செய்வதால் பொருள் சிதைவுற்றுப் போக வாய்ப்புண்டு. பொதுவாக சில உலோகப் பொருள்களும், அங்ககப் பொருள்களும், உப்புக் கலவைகளும் (Eutectics) இதற்குச் சிறப்பாகப் பயன்படுகின்றன.

கிளாபர் உப்பு (Clauber's Salt) என்றொரு வகை உப்பு உள்ளது. இதன் இராசயனப் பெயர் சோடியம் சல்பேட் டெகாஹைட்ரேட் (Sodium Sulphate decahydrate) ஆகும். இதன் உருகுதல் வெப்பநிலை 3.º செல்சியசு ஆகும். உருகிய பின்

Koviloor Digital Library



கிளாபார் உப்பு சோடியம் சல்பேட் நீரியமாகிவிடுகின்றது. இதன் உருகுதல் உள்ளுறை வெப்பம் சுமார் 58 காலரி கிராம் ஆகும். கிளாபார் உப்பு மலிவானது; மற்றும் எளிதாகக் கிடைக்கின்றது என்பதால் இதையே இம் முறைக்குப பயன்படுத்துகின்றார்கள். இம் முறையோடு தொடர்புடைய சூரிய ஆற்றல் சேமிப்பானின் அமைப்பு படம் 16-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.




படம் 16 உள்ளுறை வெப்பச் சேமிப்பு முறை

சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்பானிலிருந்து வெந்நீரை இந்த வெப்பக் காப்பீடு செய்யப்பட்ட அமைப்பின் வழியே செலுத்தினால், அது குழாயைச் சுற்றியுள்ள கிளாபார் உப்பால் உட்கவரப்படுகின்றது. வெப்பத்தை ஈர்த்துக்கொண்டதால் கிளாபார் உப்பு உருகி நீரியமாகி விடுகின்றது. பின்னர் வெப்பம் தேவையான பொழுது குளிர்ந்த நீரைக் குழாய் வழிச் செலுத்தினால் உப்பு நீரியம் கிளாபார் உப்பாக உறைந்து, ஏற்கனவே ஈர்த்துக் கொண்ட வெப்பத்தைக் குளிர்ந்த நீருக்கு அளிக்கின்றது. இதனால் குளிர்ந்த நீர் வெந்நீராய் வெளிவருகின்றது.

Koviloor Digital Library



நடைமுறையில் இதில் சில சிறிய குறைபாடுகள் காணப்படுகின்றன. உப்பு கொள்கலனை அரித்து விடக்கூடியது. எனவே கொள்கலன் காலப்போக்கில் பழுதடையலாம். அடுத்து உப்பும் உருகியபின் அதன் கரைசலும் வெவ்வேறு அடர்த்தியைப் பெற்றிருப்பதால் பல சுற்றுக்களுக்குப் பிறகு கரைசலை உப்பாக உறையச் செய்வது கடினமாகின்றது. இதற்காக மரத்தூள், காகிதக் கூழ் முதலியவற்றை உப்போடு கலந்து கொள்ளுகின்றார்கள்.

பாரபின் மெழுகை (Paraffin wax) இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். இதன் உருகுதல் உள்ளுறை வெப்பம் 10-50 கலோரி/கிராம் ஆக உள்ளது. இதன் உருகுதல் வெப்பநிலை 20-65° செல்சியசு ஆக உள்ளது. இது தீப்பிடிக்கக்கூடியது என்பதாலும், வெப்பங் கடத்தும் திறன் குறைவு என்பதாலும் இதை அவ்வளவாகப் பயன்படுத்திக் கொள்வதில்லை. சில உப்புக் கலவைகளையும் இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். இதில் வேறொரு நன்மையும் இருக்கின்றது. உப்புக் கலவையில் உள்ள உப்பின் செறிவை மாற்றிக்கொண்டு அதன் உருகுதல் வெப்பநிலையைத் தக்கவாறு மாற்றிக் கொள்ளலாம். மேலும் இது நிலை மாற்றச் சுற்றுகளுக்குப் பிறகு சிறிதளவு சிதைவைக்கூடப் பெறுவதில்லை.

அண்மையில் சப்பானில் உள்ள கியோட்டோ (Kyoto) பல்கலைக் கழகத்தைச் சார்ந்த பேராசிரியர் ஜெனிசி யோசிடா (Zenichi Yoshida) என்பார் ஒரு புதிய பொருளைக் கண்டு பிடித்துள்ளார். பெட்ரோலிய வினை பொருளான நார்போர்னாடைனை (Norbornadine) மீதைல் மூலக்கூறு உறுப்பு வகையுடன் (radical) இணைத்துப் பெறப்பட்ட இது மஞ்சள் நிறப் படிகமாக உள்ளது. இதைச் சையானோ (Cyano) என்று குறிப்பிடுகின்றார்கள். சூரிய ஒளியில் வைத்தால், ஆற்றலை ஈர்த்துக்கொண்டு இப்பொருள் தன் கட்டமைப்பை மாற்றிக்கொண்டு விடுகின்றது. சிறிதளவு வெள்ளி (Silver) யைக் கிரியா ஊக்கியாக இத்துடன் சேர்த்தால், இப்பொருள் மீண்டும் பழைய நிலைக்கு வந்து விடுகின்றது. அப்போது ஏற்கனவே ஈர்த்துக்கொண்ட வெப்பத்தை வெளிப்படுத்துகின்றது. இப்பொருள் ஒரு கிலோகிராம் நிறையில் 92,000 கலோரி வெப்பத்தை உள்ளடக்கி வைத்துக்

Koviloor Digital Library

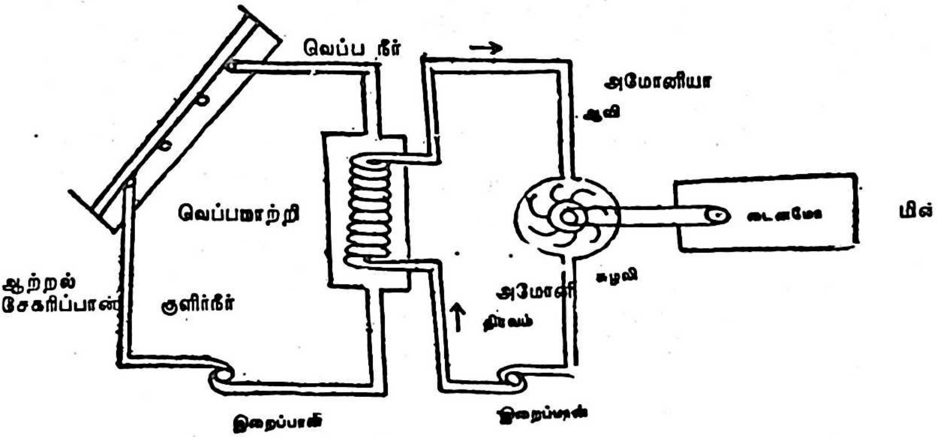


கொள்ளும். இந்த வெப்பத்தை இரண்டு மாதங்கள் வரைகூட சேமித்து வைக்கலாம்.

## 20 சூரிய ஆற்றலிலிருந்து மின் ஆற்றல்

வீடுகளில் பலவிதமான மின்சாதனங்களை நாம் அன்றாடம் பயன்படுத்துகின்றோம. தொழிற்சாலைகளில் உள்ள எந்திரங்கள், வயல்வெளியில் உள்ள நீர்இறைப்பான்கள், செய்திப் போக்கு வரத்துச் சாதனங்கள், மிகுவிரைவு இரயில் வண்டிகள் முதலிய அனைத்தும் மின்சாரத்தைக்கொண்டு இயங்குகின்றன. மின்சாரம் இல்லையேல் ஒரு நாட்டின் பொருளாதாரம் மிக விரைவில் சீர்குலையும் என்று சொல்லும் அளவிற்கு நம்மிடையே மின்சாரம மிக முக்கியப் பங்கேற்று வருகின்றது, எனவே சூரிய ஆற்றலி லிருந்து மின்சாரம் பெற முடிவதாய் இருந்தால் அது நமக்கு மிகவும் சிறப்பாய்ப் பயன்படும் என்று சொல்லத் தேவையில்லை.

ஆற்றல் சேகரிப்பான்களோடு ஒரு தகுந்த வெப்ப மாற்றியை யும், டைனமோவையும் (Dynamo) இணைத்துவிட்டால், சுலபமாக மின்சாரத்தைப் பெறலாம். படம் 17 சூரிய வெப்ப-மின் எந்திரத் தின் எளியஅமைப்பைக் காட்டுவதாய் இருக்கின்றது. ஆற்றல்



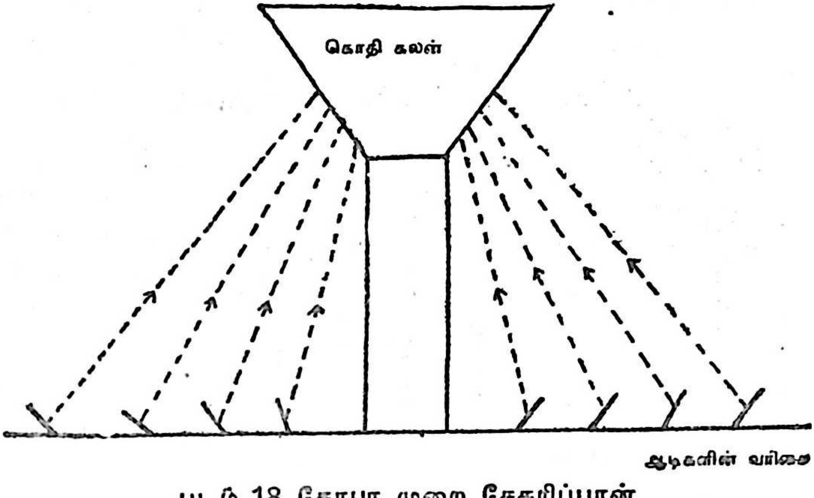

படம் 17 சூரிய வெப்ப-மின் எந்திரம்

சேகரிப்பானிலிருந்து சூரிய வெப்ப ஆற்றலை வெப்பப் பரிமாற்று ஊடகமொன்றிற்கு மாற்றி அதை ஆவியாக்கிச் சுழலியை இயககும்

Koviloor Digital Library



படிசெய்யலாம். வெப்பப் பரிமாற்று ஊடகமாக அமோனியா (Ammonia), புரபேன் (Propane) முதலிய நீரியங்களை எடுத்துக் கொண்டு வடிவமைத்த சாதனம் மிகச் சிறப்பாகச் செயலாற்று கின்றது. இச் சுழலியை டைனமோவோடு (Dynamo) இணைத்து மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்யலாம். இன்றைக்கு நடைமுறையில் இருந்து வரும் பல சூரிய மின் ஆற்றல் உற்பத்தி நிலையங்கள் இந்த அடிப்படையிலேயே இயங்கி வருகின்றன. ஆனால், அமைப் பின் பயனுறு திறனை அதிகரிப்பதற்காகக் கோபுர முறை (Tower Principle) யை ஆற்றல் சேகரிப்பானாகப் பயன்படுத்துகின்றார் கள். கோபுர முறையில், நீரால் நிரப்பப்பட்ட கொதிகலன் சுமார் 70-80 மீட்டர் உயரமுள்ள ஒரு தூணின் உச்சியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கீழே பல பெரிய பெரிய சமதள ஆடிகள் இருமங்கிலும் வரிசையாக, ஒன்றன்பின் ஒன்றாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சாய்தளக் கோணங்களைத் தக்கவாறு மாற்றி அனைத்துச் சமதள ஆடிகளிலிருந்தும் பிரதிபலிக்கப்படும் சூரிய ஒளியை தூணின் உச்சியில் உள்ள கொதிகலனில் குவிப் பார்கள். படம் 18 கோபுர முறை சேகரிப்பானின் அமைப்பைக்




படம் 18 கோபுர முறை சேகரிப்பான்

காட்டுகின்றது. இது ஏறக்குறைய ஆர்க்கிமிடிசின் பழைய முறையை ஒத்திருக்கின்றது என்பதை உணரலாம்.

Koviloor Digital Library



இதைக்கொண்டு 390-800° செல்சியசு நெடுக்கையிலுள்ள வெப்ப நிலைகளைப் பெறலாம். கொதிகலனில் உண்டாகும் நீராவியை ஒரு குழாய் வழியாக எடுத்துச் சென்று சுழலியை இயக்கி மின்சாரம் பெறலாம். இரசியாவில் இதைப் பயன் படுத்தி 5 மெகாவாட் திறன் கொண்ட சூரிய மின் நிலையத்தை அமைத்திருக்கின்றார்கள். செர்மனியிலும் இதுபோன்ற சூரிய மின் நிலையங்கள் கட்டப்பட்டு வருகின்றன. அமெரிக்கா போன்ற மேலை நாட்டினரும், இதில் அதிகக் கவனம் செலுத்தி வருகின் றார்கள். சூரிய ஒளி நன்றாகக் கிடைக்கும் நம் நாட்டிற்கு இது போன்ற சூரிய மின் நிலையங்கள் மிகப் பொருத்தமானவை.

21 சூரியக்குளம் அல்லது தடாகம் (Solar pond)

சூரிய வெப்ப ஆற்றலைச் சேமித்து வைக்கவும், அதிலிருந்து இராக் காலங்களிலும் மின் உற்பத்தி செய்யவும் இன்று சூரியக் குளம் அல்லது தடாகம் பயன்படுகின்றது சூரியக் குளத்தை அறிந்து கொள்வதற்கு முன்னால் ஒரு சாதாரணக் குளத்தைக் கருதுவோம். சூரிய ஒளி வளிமண்டலத்தை ஊடுருவிக் குளத்தில் விழும்போது சுமார் 20 விழுக்காடு எதிரொளிக்கப்படுகின்றது. எஞ்சிய பகுதி நீர்ப் பரப்பை ஊடுருவிச் சென்று விடுகின்றது. உட் பகுதியில் இது சிதறலுக்கு உள்ளாகி நீரால் ஓரளவு உட்கவரப் படுகின்றது. கணிசமான அளவு தரை மட்டத்தை அடைந்து தரையால் உட்கவர்ந்து கொள்ளப்படுகின்றது. தரையால் உட் கவரப்பட்ட வெப்பம் உடனே நீரால் உட்கவரப்படுகின்றது. அதனால் அடிமட்டத்திலுள்ள நீரின் வெப்பநிலை அதிகரிக் கின்றது. வெப்பநிலை அதிகரிப்பு நீரின் அடர்த்தியைக் குறைக் கின்றது என்பதால், வெப்பமேறிய நீர் நீர்ப் பரப்பின் மேல் பகுதிக்கு வந்துவிடுகின்றது. இது புற வெளியோடு தொடர்புடைய தாக இருப்பதால், வெப்பத்தை விரைவாகச் சலனத்தாலும் கடத்தல் முறையினாலும் இழக்கின்றது. எனவே சாதாரணக் குளத்தைக்கொண்டு சூரிய ஆற்றலைச் சேகரிக்கவோ, சேமித்து வைக்கவோ இயலாது.

அடிமட்டத்தில் உள்ள வெப்பமேற்றப்பட்ட நீர் மேலே வராதவாறு தடுத்துவிட்டால், சூரிய ஆற்றலைக் குளத்தின் அடிப்பகுதியில் சேமிப்பது கொள்கை அளவில் சாத்தியமாகும்.

Koviloor Digital Library



ஆனால் இதை எங்ஙனம் செயல் படுத்த முடியும்? அடிமட்டத்தில் உள்ள நீர் வெப்பமேற்றப்பட்ட நிலையிலும் மேல் மட்டத்தில் உள்ள நீரைவிடக் கனமாக அடர்த்தி மிகுந்ததாக இருக்கு மானால் இது நடைமுறையில் சாத்தியமாகும். இதனால், அடிமட்ட நீரின் வெப்ப நிலை தொடர்ச்சியாக அதிகரித்து மேல் மட்ட நீரின் வெப்ப நிலையிலிருந்து மிகுந்த அளவு மாறு பட்டதாய் இருக்கும்.

இதுபோன்ற அமைப்பு இயற்கையிலேயே சில இடங்களில் காணப்படுகின்றது. இரசியாவிலுள்ள டிரான்சில்வானியா (Transylvania) வில் உள்ள மெடுவி ஏரி (Lake Medve) யில் கோடைக் கால முடிவில் 30° செல்சியசு வெப்பநிலை மேல் மட்டத்திலும், 1.32 மீட்டர் ஆழத்தில் 70° செல்சியசு வெப்பநிலையும் காணப் படுசின்றது. அமெரிக்காவில் உடா (Utah) என்னும் பகுதியில் உள்ள பெரிய உப்பு ஏரியும், வாஷிங்டன் மாநிலத்தில் ஓரோவில்வ் (Orovillve) என்ற இடத்தில் உள்ள ஏரியும், அண்டார்டிகாவில் உள்ள வண்டா (Vanda) ஏரியும், ஹங்கேரியில் உள்ள பல ஏரி களும் இத்தன்மையுடையனவாக இருக்கின்றன. இது இயற்கை யில் எப்படிச் சாத்தியமாகின்றது? இவ்வேரிகளில் உப்பு அதிக மாகக் கரைந்திருப்பதோடு, உப்பின் செறிவாக்கம்(Concentration) ஆழத்திற்கு ஏற்ப அதிகரிக்கின்றது. இதை உப்புத்தன்மைச் சரிவு(Salinity gradient) என்று கூறுகின்றார்கள். இதனால் வெவ்வேறு ஆழத்தில் உள்ள நீரின் அடர்த்தி வெவ்வேறு வித மாக அதாவது ஆழத்திற்கேற்ப அதிகரிக்கின்றது. இவ்வாறு வெவ்வேறு ஆழத்தில் காணப்படும் உப்பின் மாறுபட்ட செறிவை இயற்கையானது மாற்றாமல் வைத்துக் கொள்ளுகின்றது. அடி மட்டத் தரைகளில் உப்புப் பாறைகள் இருப்பதால், அடிமட்டத்தி லுள்ள நீரின் அடர்த்தி அதிகமாயும், மேல் மட்டத்தில் உள்ள நீரோட்டத்தால் அடர்த்தி குறைவாயும் இருக்கும். இதன் காரண மாகவே இவ்வேரிகளின் அடிமட்டத்தில் வெப்பமானது நிலை யாக நீரால் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது.

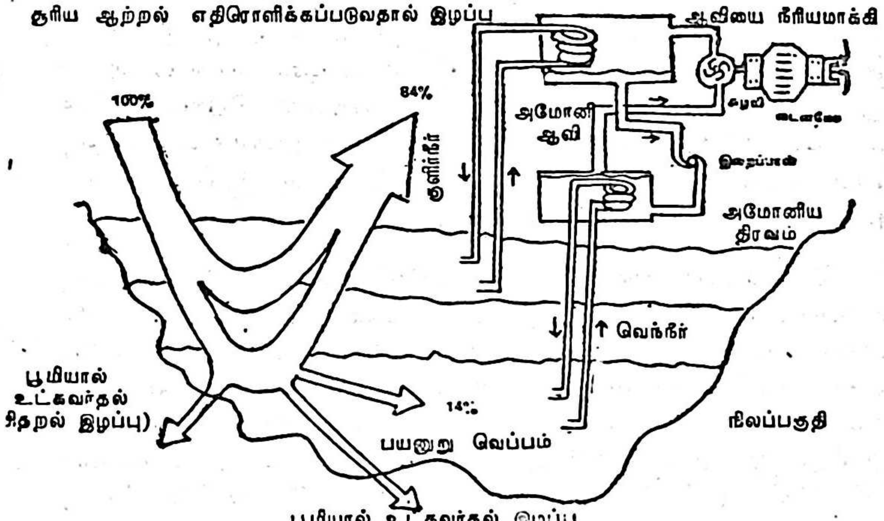
இதைப் போன்று செயற்கையாகவும் செய்ய முடியும் என்பதை முதன் முதலில் ருடோல்ப் புலோச் (Dr.Rudolph Bloch) என்ற இசுரேலிய விஞ்ஞானி தெரியப்படுத்தினார். இதையே

Koviloor Digital Library



இன்று சூரியக்குளம் அல்லது தடாகம் என்று கூறுகின்றார்கள். பொதுவாகச் சூரியத் தடாகம் 1 முதல் 2 மீட்டர் வரை ஆழமுடையதாக இருக்கும். அடிப்பரப்பில் தடித்த, அரிப்பிற்கு ஆளாகாத பூடைல் இரப்பர் (Butyl Rubber) அல்லது கருமையான பாலி எத்திலின் (Black polyethylene) முதலான பொருள்களால் ஆன விரிப்பு விரிக்கப்பட்டிருக்கும். சோடியம் குளோரைடு (Sodium Chloride - சாதாரண உப்பு) மக்னீசியம் குளோரைடு (Magnesium Chloride) அல்லது சோடியம் நைட்ரேட் (Sodium Nitrate) உப்புகளில் ஏதாவதொன்றை ஆழத்திற்கேற்ப உப்புத் தன்மைச் சரிவை உண்டாக்கப் பயன்படுத்துகின்றார்கள்.

தொடக்கத்தில் இத்தடாகத்தை 5 முதல் 6 அடுக்குகளாகப் பிரித்து ஒவ்வொரு அடுக்கையும் வெவ்வேறு செறிவுள்ள உப்புக் கரைசல்களால் நிரப்பிக் கொள்ளுகின்றார்கள். அடிமட்ட அடுக்கு செறிவு மிக்கதாயும், மேலே வரவர செறிவு குறைவாயும் இருக்குமாறு செய்து கொள்ளுகின்றார்கள். செறிவாக்கம்




படம் 19 சூரியத் தடாகமும் ஆற்றல் உற்பத்தியும்

அடிமட்டத்தில் 20-30 விழுக்காடாகவும், மேல் மட்டத்தில் ஏறக்குறைய பூச்சியமாகவும் இருக்கும். உப்புச் செறிவின் வேறுபாடு

Koviloor Digital Library



காரணமாக அடுக்குகளுக்கிடையே உப்புக் கரைசல் லுக்பரவுதகு உள்ளாகும். அதனால் சற்று நேரத்திற்குப் பிறகு இந்த உப்புச் செறிவின் சரிவு மறைந்து போகலாம். இதற்காக அடிமட்டத்தில் செறிவு மிக்க உப்பு நீர் அல்லது தொடர்ச்சியாக அல்லது விட்டு விட்டுச் சேர்க்கப்படுகின்றது. மேல் மட்டத்தில் தூய நீரைச் செலுத்தி அப்போதைக்கப்போது உப்பு நீக்கப்பட்டுச் சுத்தம் செய்யப்படுகின்றது.

உப்பு நீர் உட்புகுந்து செல்லும் சூரிய ஒளியில் சுமார் 84 விழுக்காட்டை வளிமண்டலப் பகுதிக்கே எதிரொளித்து விடுகின்றது. 2 விழுக்காடு அடித்தளத்தில் உட்கவரப்படுகின்றது. ஏறக்குறைய 14 விழுக்காடு மட்டுமே அடிமட்ட நீரால் உட்கவரப்படுகின்றது. இவ்வெப்பம் வெப்பச்சலன இயக்கத்தால் மேலே பரவுவது உப்புத் தன்மைச் சரிவினால் முற்றிலும் தடுக்கப்படுகின்றது. இதனால் அடிமட்ட நீரால் சேமிக்கப்பட்ட வெப்பம் வெப்பங்கடத்தல் முறையாகவே மேல்மட்டத்திற்கு வருகின்றது. பொதுவாக நீரின் வெப்பங்கடத்தும் திறன் குறைவு. இதனால் அடிமட்ட நீரின் வெப்ப இழப்பு மிக மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். இதனால் அப்பகுதி நீரின் வெப்பநிலை தொடர்ச்சியாக அதிகரிக்கின்றது. சில செயற்கைச் சூரியத் தடாகங்களின் அடிமட்ட நீரின் உயர்ந்த அளவு வெப்பநிலையை 105° செல்சியசு எனப் பதிவு செய்திருக்கின்றார்கள்.

மேலே உப்பு பரவும் வீதம் மிக மெதுவாக நடைபெறுவதால், உப்புப் பிரச்சினை ஓரளவு எளிமையாகின்றது. கிட்டத்தட்ட 50 கிராம் உப்பு ஒரு நாளில் ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பின் வழியே இப்படிப் பரவி மேலே வருகின்றது. இதன்படி ஓர் ஆண்டிற்குச் சுமார் 20,000 டன் உப்பு ஒரு சதுர கிலோ மீட்டர் பரப்புள்ள ஒரு சூரியத் தடாகத்திற்குத் தேவைப்படும். உப்புச் செலவைச் சரிக்கட்ட சூரியத் தடாகத்திற்கு அருகிலேயே மற்றொரு தடாகத்தை ஏற்படுத்தி அதில் அவ்வப்போது வழிக்கப்படும் மேல் மட்ட நீரைச் சேகரித்து, சூரிய ஆற்றலைக் கொண்டே மீண்டும் உப்பைப் பெற்று அதையே சூரியத் தடாகத்தில் மீண்டும் பயன்படுத்தலாம்.

Koviloor Digital Library



சூரியக் குளத்தில் மூன்று பகுதிகள் உள்ளன. அவை (1) வெப்பச்சலனப் பகுதி (Convective Zone) (2) வெப்பச் சலனமற்ற பகுதி (Non-Convective zone) (3) அடிமட்டப் பகுதி.

வெப்பச் சலனப் பகுதியானது மேற்புறப் பகுதியாகும். இது 0.1-0.5 மீட்டர் ஆழமுடையது. இதன் வெப்பநிலை எப்பொழுதும் சீராகவும், ஏறக்குறைய காற்று வெளிப்பகுதியின் வெப்ப நிலைக்குச் சமமாகவும் இருக்கும். ஏனெனில் இப்பகுதிக்குக் கிடைக்கும் வெப்பம் ஆவியாதலினாலும், காற்று வீசுதலினாலும், நீர் அலைகளினாலும் உடனுக்குடன் இழக்கப்படுகின்றது. இதன் உப்புச் செறிவு மிகவும் குறைவு. சுமார் 5 விழுக்காடு மட்டுமே இருக்கும். பொதுவாக இதன் தடிப்பைக் குறைவாக வைத்துக் கொள்வது நல்லது. அப்போதுதான் கூடுதலான பங்கு சூரிய ஒளி உட்பகுதிக்குக் கடத்தப்படும்.

வெப்பச் சலனமற்ற பகுதி 0.5 மீட்டர் தொடங்கி 1.5 மீட்டர் ஆழம் வரை இருக்கும். இது அடிப் பகுதியை வெப்பக் காப்பீடு செய்கின்றது. இது அதிகத் தடிப்புள்ளதாக இருந்தால் குறைந்த அளவு கதிர் வீச்சு மட்டுமே அடிமட்டத்தை எட்டும். ஆனால் வெப்பக் காப்பீடு வலிமையாக இருக்கும். குறைந்த அளவு தடிப்புள்ளதாக இருந்தால் கூடுதலான கதிர் வீச்சு அடிப்பகுதியை அடையும். ஆனால் வெப்பக் காப்பீடு சுமாராக இருக்கும், எனவே, கட்டுவிக்கப்படும் சூரியத் தடாகத்தின் பரிமாணத்திற்கு ஏற்ப இப் பகுதிக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட தடிமனைத் தீர்மானிக்க வேண்டும். நீண்ட காலத்திற்குப் பிறகு வெப்பத்தைச் சேமித்துப் பயன்படுத்த வேண்டுமெனில், இதன் தடிப்பைச் சற்று அதிகமாக வைத்துக் கொள்ள வேண்டும், தடிப்பை அதிகரிப்பதனால் வெப்பத்தை 4-5 மாதங்களுக்குச் சேமித்து வைக்கவும் முடியும்.

அடிப்பகுதி ஒரு வெப்பச் சலனப் பகுதியாகும். இதன் உப்புச் செறிவு அதிகம். தொடக்கத்தில் வெப்பம் தொடர்ச்சியாக அதிகரித்து, ஒரு சமநிலையில் மாறா வெப்பங் கொண்டிருக்கும். பொதுவாக ஒரு சூரியத் தடாகம் ஒரு சில நாள்களில் இந்த வெப்பச் சமநிலையைப் பெற்று விடும். நமக்குத் தேவைப்படும்

Koviloor Digital Library



வெப்பம் இப்பகுதியில் மட்டும் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது. அதனால் இப் பகுதியைச் சேமிப்பு மண்டலம் (Storage Zone) என்றழைக்கின்றார்கள்.

இதில் சேமிக்கப்படும் வெப்பத்தை வெப்பமாற்றியைக் கொண்டு மின் ஆற்றலாக மாற்றிக் கொள்ளலாம். அடிப்பகுதி நீர் அடர்மிகுந்திருப்பதால், உப்புச் செறிவின் எந்தப் பாதிப்பும் ஏற்படாதவாறு அடிமட்ட நீரை ஒரு முனையில் வெளியேற்றி மறு முனையில் உட்செலுத்திவிடலாம். இடையில் ஒரு வெப்ப மாற்றியை இணைத்து விட்டால் அதிலுள்ள குறைந்த கொதி நிலை வெப்பநிலை உடைய நீரியம் வெளியேற்றப்பட்டுபின் உட் செலுத்தப்படும் நீரிலிருந்து வெப்பத்தை ஈர்த்துக் கொண்டு ஆவியாகின்றது. அதனால் உட்செலுத்தப்படும் நீர் குளிந்த நீராக இருக்கும். விரிவடைந்து அழுத்தப்படும் இந்த ஆவியைக் கொண்டு சுழலியை இயக்கி மின்சாரத்தைப் பெறலாம். இந்த ஆவியை மற்றொரு வெப்ப மாற்றியின் மேல் மட்டத்திலுள்ள குளிர்ந்த நீரைக் கொண்டு குளிர்வித்து நீரியமாக்கிக் கொள்ள லாம். இதை மீண்டும் பயன்படுத்திக்கொள்ள முடிவதனால் சூரியத் தடாகத்திலிருந்து மின் ஆற்றலைத் தொடர்ச்சியாகப் பெறுவது என்பது இயலுவதாகின்றது.

இதன் பயனுறு திறன் அடி மற்றும் மேல் பகுதிகளில் உள்ள நீரின் வெப்பநிலைகளின் வேறுபாட்டைப் பொறுத்தது. இது கூடுதலாக இருந்தால் பயனுறு திறனும் கூடுதலாக இருக்கும். நடைமுறையில் இதன் பயனுறு திறன் 8 விழுக்காடு உள்ளது. இது ஆற்றல் சேரிப்புச் சமதளத் தட்டின் பயனுறு திறனை விடக்குறைவு, எனினும் ஆற்றல் சேகரிப்புத் சமதளத் தட்டைப் போலன்றி சூரியத் தடாகத்தை வெயில் மந்தமான போதும் பயன்படுத்த முடியும். இராக் காலங்களிலும், குளிர் காலங்களிலும், கூடப் பயன்படுத்தலாம். சூரியக் கதிர்வீச்சின் ஏற்ற இறக்கம் சூரியத் தடாகத்தின் செயலைப் பாதிப்பதில்லை என்பதால் நல்ல வரவேற்பைப் பெற்று வருகின்றது.

ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பளவுள்ள நீரியத் தடாகம் சராசரியாக 50-200 கோடி ஜூல் வெப்ப ஆற்றலை 45-90° செல்சியசு வெப்ப

Koviloor Digital Library



நிலையில் ஓராண்டுக் காலத்திற்குத் தரவல்லது. ஒரு கிலோ கிராம் உப்பைச் செலவழித்தது, ஒரு கிலோகிராம் நிலக்கரியைச் செலவழித்துப் பெறும் வெப்பத்தை விட 3 மடங்கு அதிகமாக ஒரு சூரியத் தடாகத்திலிருந்து பெறலாம் என்பதால் இன்றைக்கு சூரியத் தடாகம் ஒரு புதிய ஆற்றல் மூலமாகக் கருதப்படுகின்றது. மேலும் இதில் பயன்படுத்தப்படும் உப்பு இழக்கப்படுவதில்லை. நிலக்கரியை எரித்துவிட்டால் அதைத் திரும்பப் பெற முடியாது. தவிர, சுற்றுப் புறம் தூய்மை கெடுவதும் இல்லை. அதன் காரண மாக, சூரியத் தடாகம் அனுகூலமான ஆற்றல் மூலமாக விளங்கு கின்றது.

இன்று உலகெங்கும் பல நாடுகளில் இம் முறையைச் செயல் படுத்திப் பயன் பெற்று வருகின்றார்கள். இசுரேல் நாட்டில் சூரியத் தடாகம் மிகவும் சிறப்பாய்ப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின் றது. இத்துறையில் அமெரிக்கா, இரசியா, இந்தியா ஆஸ்திரேலியா முதலிய நாடுகள் இன்று அக்கறை காட்டி வருகின்றன. இந்தியாவில் பாண்டிச்சேரியிலுள்ள அரவிந்தர் ஆசிரமத்தில் இது போன்றதொரு சூரியத் தடாகம் செயல்பட்டு வருகின்றது.

## 22 கடல் நீரிலிருந்து சூரிய-மின் சக்தி

ஒரு சின்னத் தடாகமே நமக்கு இவ்வளவு பயன்களை அளிக்கக் கூடியதாய் இருக்கின்றது. இப்பூவுலகில் பரந்து விரிந்து கிடக்கும் கடலையே பயன்படுத்தினால் எவ்வளவு ஆற்றல் கிடைக்கும்? நம் விஞ்ஞானிகளிடையே இம் மாதிரிச் சிந்தனைகள் எழாமல் இல்லை. கடலில் விழுந்து வீணாகப் போய்க் கொண்டிருக்கும் சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும் வழி முறையை இப்பொழுது கண்டுபிடித்திருக்கின்றார்கள். இதையே OTEC என்று குறிப்பிடுகின்றார்கள். இது Ocean thermal energy conversion என்பதின் சுருக்கமாகும்.

சூரிய ஆற்றல் கடலில் விழும் போது, அதன் முழு ஆற்றலும் ஏறக்குறைய ஒரு மீட்டர் ஆழத்திலேயே உட்கவரப்படுகின்றது. இந்த ஆற்றல் புறப்பரப்பிற்கு வெகு சீக்கிரத்தில் கடத்தப்பட்டு கதிர் வீச்சாக வெளியேறி விடுகின்றது; அல்லது ஆவியாக்கத்

Koviloor Digital Library



தினால் இழக்கப்படுகின்றது. கடலின் அடி மட்டங்களில் வெப்ப நிலை மிகக் குறைவு. 1000 மீட்டர் ஆழத்தில் வெப்பநிலை நீரின் உறைநிலை வெப்பநிலைக்குச சற்று அதிகமாக இருக்கின்றது. அதாவது கடலின் ஆழத்தில் குளிர்ந்த நீரும் 'மேற் பரப்பில் ஓரளவு வெப்பமேற்றப்பட்ட வெந்நீரும் இருக்கின்றது. இது சூரியத் தடாகத்திற்கு எதிரிடையானது எனெனில் சூரியத் தடாகத்தில் வெப்பநிலைச் சரிவு கீழிருந்து மேலாகவும், கடலில் மேலிருந்து கீழாகவும் உள்ளன. சூரியத்தடாகத்தைப் போல் கடலில் உள்ள இந்த வெப்பநிலைச் சரிவைப் பயன்படுத்தி மின் ஆற்றலைப் பெற முடியும்.

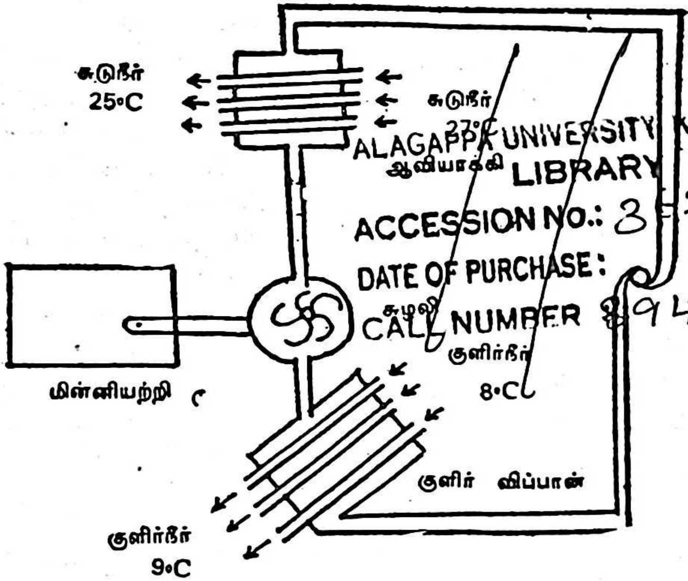
இந்த வழிமுறையின் நடைமுறைச் சாத்தியத்தைப் பற்றிச் அர்சின்டி அர்சோன்வால் (Arsene d' Arsonval) என்ற பிரான்சு நாட்டு விஞ்ஞானி 1881-ஆம் ஆண்டிலேயே கூறியிருக்கின்றார். அப்போது ஆற்றல் தேவை அதிகமில்லாததாலும், ஆற்றல் பற்றாக்குறை என்ற பேச்சுக்கே வாய்ப்பில்லாதிருந்ததாலும், அதைப் பற்றி அதிக அக்கறை எடுக்துக் கொள்ளவில்லை. ஆனால் வரவிருக்கும் ஆற்றல் பிரச்சினையை எதிர் காலத்தில் சமாளிக்க இந்த முறையை இப்பொழுது மீண்டும் நடைமுறைப் படுத்தி வருகின்றார்கள். அமெரிக்கா மற்றும் சப்பான் நாடு களில் இது மிகவும் பேர்பெற்று வருகின்றது.

கடலிலிருந்து மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யும் முறை ஏறக் குறைய சூரியத் தடாகத்திலிருந்து மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யும் முறையை ஒத்தது. தகுந்த வெப்ப மாற்றிகளைக் கொண்டு இதைச் சிறப்பாகச் செய்யலாம். 4-5 மீட்டர் நீளமுள்ள அமைப்பை ஏற்படுத்திக் கொண்டால், கடலின் மேல், கீழ் மட்டங் களின் வெப்பநிலை வேறுபாட்டைக் கொண்டு மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யு முடியும். இந்த ஆழ வேறுபாட்டில் சுமார் 20° செல்சியசு வெப்பநிலைச் சரிவு உள்ளது. எனவே பொதுவாக இது தொடர் பான கருவிகளின் பயனுறுதிறன் மிகமிகக் குறைவு. பயனுறு திறனின் அதிக அளவு சுமார் 2.5 விழுக்காடாகும். பயனுறு திறன குறைவு என்றாலும் ஆற்றல் முழுவதும் இலவசம் என்ப தால் இந்த முறையைப் புறக்கணிக்க முடியவில்லை.

Kovilgoor Digital Library
Alagappa University
Central Library
36241



இன்று இந்த முறையைப் பின்பற்றிக் கடல் வெப்ப மின்சார நிலையங்களை அமைக்க முயன்று வருகின்றார்கள். திட்டப்படி கட்டி முடிக்கப்பட்டால் அதன் திறன் 200-300 மெகா வாட் என்ற அளவில் இருக்கும். இதில் வெப்பப் பரிமாற்று ஊடகமான நீரியத்தை ஆவியாக்க ஒரு வெப்பப் பரிமாற்றி கடலின் மேற் பகுதியிலும், ஆவியைக் குளிர்வித்து நீரியமாக்க ஒரு வெப்ப மாற்றி 500 மீட்டர் ஆழத்திலும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு சுழலியை நடுவில் வைத்து இவ்விரு வெப்ப மாற்றிகளையும் இணைத்துவிட்டால் கடலிலிருந்து மின்சார உற்பத்தி சாத்தியமாகின்றது.




ALAGAPPA UNIVERSITY KARAIKUDI
LIBRARY
ACCESSION NO.: 36241
DATE OF PURCHASE:
CALL NUMBER 894.84

படம் 20 கடல் வெப்ப மின்சார நிலையம்

இன்னும் உயர் மின் ஆற்றல் உற்பத்திக்குப் பெரிய பெரிய வெப்ப மாற்றிகளைப் பயன்படுத்தவேண்டும். வெப்ப நிலை மிகக் குறைவாக இருப்பதால் வெந்நீரை நீண்ட குழாய்களில் எடுத்துச் செல்லவேண்டும். சுமார் ஓரிரு கிலோ மீட்டர் நீளமும் 5 சென்டி மீட்டர் விட்டமும் உடைய குழாயாக இருந்தால்தான் ஆற்றல்

Koviloor Digital Library



நிலையம் சிறப்பாகப் பயன் தரும். இதன் வெளிப்பகுதிகளில் வெப்பப் பரிமாற்று ஊடகம் நீரியமாகச் செலுத்தப்படும்போது ஆவியாக்கப்படும். இது மிகப் பெரிய அளவில் அமைக்கப்பட்டுள்ள சுழலியை இயக்கி மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்யும். ஆவியாக்கி போல மிகப் பெரிய குளிர்விப்பான்களைக் கொண்டு ஆவியைக் குளிர்வித்து நீரியமாக்கிக் கொள்ளப்படும். ஓர் இறைப்பான் மூலம் இது மீண்டும் பயன்படுத்தப்படும். குளிர்விப்பான்களில் குழாய்கள் மிக நீளமாகவும், விட்டம் அதிகமுடையதாகவும் இருக்கும். அப்பொழுதுதான் ஆவி முழுவதும் விரைந்து குளிர்விக்கப்பட்டு மீண்டும் பயன்படத்தக்க வகையில் நீரியமாகும்.

பொதுவாகக் குறைந்த வெப்பநிலை வேறுபாட்டால் செயலாற்றும வெப்பப்பரிமாற்றிகளில் செம்புக் குழாய்களையே பயன்படுத்த வேண்டும். ஏனெனில் அதுவே அதிக வெப்பத்தைக் கடத்துவதாக உள்ளது. ஆனால், இது கடல் வாழ் உயிரினங்களுக்கு நச்சுத்தன்மையுடையதாக இருக்கின்றது. எனவே, கடல் மின் நிலையத்தின் பொருட்டுச் செம்பை அதிக அளவில் பயன்படுத்தினால்; கடல் வாழ் உயிரினங்கள் பெருவாரியாகச் செத்து மடியலாம். இது மற்றச் சம நிலைகளைப் பாதிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாகக் கடலிலிருந்து மாசு நீக்கப்படுதல், கடல் உணவுப் பொருள் கிடைத்தல் முதலானவை பாதிக்கப்படலாம். இதற்காக அலுமினியம், டைடானியம் முதலிய உலோகங்களைப் பயன்படுத்தலாம். டைடானியம் செலவு கூடுதல். எனவே டைடானியம் பூச்சு பூசப்பட்டுள்ள அலுமினியம் சிறந்ததாக இருக்கும் என்று கருதுகின்றார்கள்.

தமிழ் நாடு, அந்தமான் நிகோபார் தீவுகள், கேரளக் கடற் பகுதிகளில் இம்முறையைப் பின் பற்றி ஏராளமாக மின் உற்பத்தி செய்யக்கூடிய வாய்ப்பு உள்ளது. தமிழ் நாடு மின் உற்பத்தி நிறுவனம் (TNEB) கடலைக் கொண்டு சுமார் 10,000 மெகா வாட் மின் ஆற்றலை உற்பத்தி செய்யலாம் என்று திட்டமிட்டிருக்கின்றது. இது வெற்றிகரமாக அமைந்தால் 1 யூனிட் மின் சாரம் இன்று கிடைப்பதை விட மலிவாகக் கிடைக்கும் என்று சொல்லப்படுகின்றது. முதல் படியாகத் திருநெல்வேலிக்கருகில்

Koviloor Digital Library



உள்ள குலசேகரப்பட்டினம் என்ற ஊரில் ஒரு கடல் மின் நிலையத்தை 80-100 கோடி ரூபாய் செலவில் அமைக்க முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. இது 25 மெகாவாட் உற்பத்தித்திறன் கொண்டதாக இருக்கும் இது புதுப்பித்துக் கொள்ளக்கூடிய ஆற்றல் மூலமாக இருப்பதால் நீண்ட காலத்திற்குப் பயனளிக்கக் கூடியது.

OTEC என்ற கடல் வெப்ப மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் அதிக அளவில் நடைமுறைப் படுத்தப்பட்டால் சில தீமைகள் விளையலாம் என்று சூழ்நிலை இயல் அறிவியலார் அச்சம் தெரிவித்திருக்கின்றார்கள். முதலாவதாகக் கடற் பகுதிகளில் நீரோட்டம் அதிகரிக்கலாம். இரண்டாவதாகக் கடலின் வெப்ப நிலை ஒரு செல்சியசு குறைவதினால் நிலப் பகுதிகளில் வெப்ப தட்ப நிலை பாதிக்கப்படலாம். மூன்றாவதாக ஓரளவு குளிர்ந்த நீரைச் சூடேற்றி மேலே கொண்டு வருவதால், அது அழுத்தம் குறைந்த வெளிப்பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. கடலின் ஆழத்தில் உள்ள நீரில் பேரளவு கரியமிலவாயு கரைந்துள்ளது. கடல் நீரைச் கீழ்ப் பகுதியிலிருந்து மேலே கொண்டு வரும் போது இந்தக் கரியமிலவாயு வெளியேறி வளி மண்டலத்தில் கலந்துவிடுகின்றது. இதனால் வளி மண்டலத்தில் கரியமில வாயு கூடும் பிரச்சினை ஏற்படுகின்றது. கூடுதலான மரங்களையும், பயிரினங்களையும் வளர்த்து இப்பிரச்சினையைச் சமாளித்து விடலாம் என்று கருத்து தெரிவித்துள்ளார்கள்.

## 23 சூரிய மின்கலம் (Solar cell)

சூரிய ஒளியை வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றியபின்தான் மின் ஆற்றலைப் பெற வேண்டும் என்பதில்லை. நேரடியாகவும் மின்னாற்றலாக மாற்றலாம். இதற்குக் குறைக்கடத்திகள் (Semiconductors) பெரிதும் துணைபுரிகின்றன. குறைக்கடத்தி என்பது மின் கடத்தும் மற்றும் கடத்தாப்பொருள்களுக்கு இடைப்பட்ட கடத்தும் திறனைக் கொண்ட பொருளாகும். இது பெரும்பாலும் படிகமாக (Crystal) இருக்கும். படிக உருவமற்ற சீரான தூள் வடிவில் உள்ள குறைக்கடத்திகளையும் (amorphous Semiconductors) இப்பொழுது கண்டறிந்திருக்கின்றார்கள். தனிம

Koviloor Digital Library



அட்டவணையில் 4-ஆவது பிரிவில் உள்ள மூலகங்கலான சிலிகானும் (Silicon) செர்மானியமும் (Germanium) குறைக்கடத்திகளில் முக்கியப் பங்கேற்றுள்ளன. மின்னியல் நுட்பத்தில் இன்றைக்குப் பெரும் புரட்சிகளுக்கும், சாதனைகளுக்கும் காரணமாக இருப்பது இந்தக் குறைக்கடததிகள்தான்.

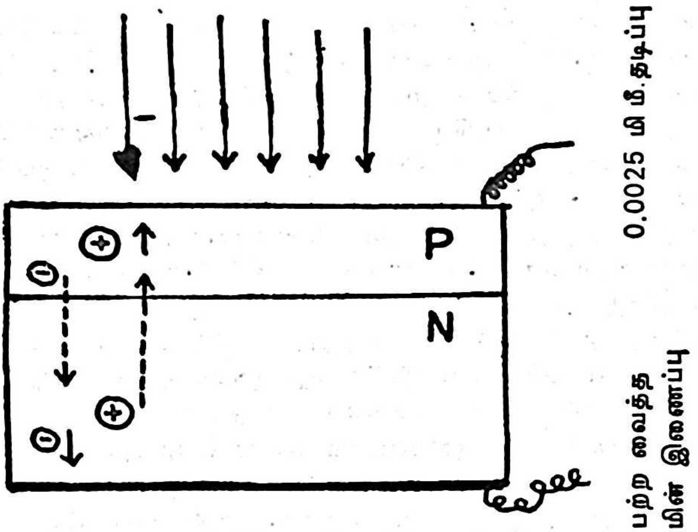
தூய சிலிகானுடன் நுண்ணிய அளவு 5-ஆவது பிரிவில் உள்ள பாஸ்பரஸ் (Phosphorus), ஆர்சினிக் (Arsenic) அல்லது ஆண்டிமனி (Antimony) மூலகங்களில ஏதாவதொன்றைக்கலந்துவிட்டால் அதில் தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை கூடுதலாகின்றது. இதனால் அதன் கடக்தும் திறன் குறிப்பிடும்படியாக மாறுபடுகின்றது. பத்துக்கோடி செர்மானியம் அணுவிற்கு ஒரு பாசுபரசு அணு விதம் சேர்க்கப்பட்டால் ஜெர்மானியத்தின கடத்தும் திறன் 12 மடங்கு அகிகரிக்கின்றது. இதைக்கொண்டு செய்யபப்ட்ட சிறிய படிகத் துண்டை எதிர் மின் வகைக்குறைக் கடத்தி (N-tpye Semiconductor) என்பார்கள் 3-ஆவது பிரிவில் உள்ள போரான் (Boron) அலுமினியம், காலியம், (Gallium) போன்ற தனிமங்களை நுண்ணிய அளவு சேர்த்தால் அதில் எலெக்ட்ரான்கள் பற்றாக்குறை ஏற்படுகின்றது எலெக்ட்ரான்களின் பற்றாக்குறையை நேர் மின் துளை (hole) என்று கொண்டால், இவ்வகைக் கடத்திகளில் மின்சாரம் என்பது நேர் மின் துளைகளின் இயக்கமாகும். இதனால் இக்கடத்திகளை நேர் மின் வகைக் குறைக்கடத்தி (P-type semiconductor) என்பார்கள்.

இந்தியாவில் தூய சிலிகான் மற்றும் சிலிகான் குறைக்கடத்திகள் தமிழ்நாட்டில் மேட்டுரில் உள்ள மேட்டூர் கெமிகல்சு (Mettur Chemicals Limited) மற்றும் ஹோசூரில் உள்ள சில்ரானிக்ஸ் (Siltronics) போன்ற நிறுவனங்கள் தயாரிக்கின்றன. ஐதராபாத்திலுள்ள அணுக்கரு எரிபொருள் கூட்டமைப்பு (Nuclear Fuel Complex) மற்றும் பாரத கன மின் நிறுவனமும் (BHEL) பேரளவில் பல்வகைப் பயன்களுக்குத் தேவையான உயர் ரகக் குறைக்கடத்திகளைத் தயாரித்து வருகின்றன.

Koviloor Digital Library



ஒரு நேர்மின் குறைக்கடத்தியும் ஓர் எதிர் மின் வகைக் குறைக்கடத்தியும் ஒரே படிகம் போல இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அதை நேர்-எதிர் மின் சந்திப்பு (P-N Junction) என்பார்கள் பொதுவாக ஒரு நேர்-எதிர் மின்சந்திப்பு ஒரு சூரிய மின்கலமாகச் (Solar Cell) செயல்படுகின்றது. ஓர் எளிய சூரிய மின்கலத்தின் அமைப்பை படம் 21 எடுத்துக் காட்டுகின்றது.




படம் 21 சூரிய மின்கலம்

ஒரு சூரிய மின்கலம் எப்படிச் செயல்படுகின்றது என்று பார்ப்போம். சூரிய ஒளி படிகத்துண்டில் விழுந்தவுடன், அதன் வெப்பநிலை சற்று அதிகரிக்கின்றது. இது ஏராளமான தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்களையும், நேர்மின் துளைகளையும் இரு வகைக் குறைக் கடத்திகளிலும், ஏறக்குறைய நேர்-எதிர் மின் சந்திப்புத் தளத்திற்கு அருகில் உருவாக்குகின்றது.எதிர் மின் வகைக் குறைக்கடத்தியில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் அதிலேயே தங்கிவிடுகின்றன. ஆனால், அதிலுள்ள நேர் மின் துளைகள் இடைத்தளத்தைத் தாண்டி நேர் மின் வகைக் குறைக்கடத்தியை அடைகின்றன. இதுபோல ஒரு நேர் மின் வகைக் கடத்தியில்

Koviloor Digital Library



உள்ள நேர்மின் துளைகள் அங்கேயே தங்கிவிடுகின்றன. ஆனால் எலெக்ட்ரான்கள் எதிர் மின் வகைக் குறைக்கடத்திக்கு நகர்ந்து சென்று விடுகின்றன. இதனால் படிகத்துண்டின் இரு முனைகளுக்கும் இடையே ஒரு மின்னழுத்தம் உருவாகின்றது. இதைக் கொண்டு சிறிய அளவில் மின்னாற்றலைப் பெறலாம்.

இனி ஒரு சூரிய மின்கலத்தின் பயனுறு திறனைக் கணக்கிட்டறிவோம். சூரிய ஆற்றலானது சராசரியாக 0.136 வாட் என்ற அளவில் ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பில் கிடைக்கின்றது. இதில் மூன்றில் ஒரு பங்கு பூமியின் வளி மண்டலத்தால் சிதறலுக்கு உள்ளாகி விடுகின்றது. உச்சி வெயிலின்போது, வானம் தெளிவாக இருக்கும்போது, சுமார் 0.100 வாட்/சதுர சென்டி மீட்டர் என்ற வீதத்தில் சூரிய ஆற்றல் புவிப்பரப்பில் விழுகின்றது. சூரிய மின் கலத்தினால் கிடைக்கும் மின்னாற்றல் இந்த ஆற்றலின் ஒரு சிறு பகுதியே ஆகும். பொதுவாக சூரிய மின் கலத்திலிருந்து கிடைக்கும் மின்னாற்றல் அதன்மீது விழும் சூரிய ஒளியின் செறிவைப் பொறுத்தது. ஒளிச் செறிவு அதிகரிக்க மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட ஒளிச் செறிவில் மின்னழுத்தம் தெவிட்டிவிடுகின்றது (Saturated). தெவிட்டிய மின் அழுத்தம் சுமார் 0.6 வோல்ட் ஆகும். இதன் பெருமத் திறன் வெளிப்பாடு (Maximum power output) சுமார் 0.011 வாட் ஆகும் (0.45 வோல்டில்). இதன்படி சூரிய மின்கலத்தின் பெரும் பயனுறு திறனைக் கணக்கிட்டால் கொள்கை அளவில் அதன் மதிப்பு சுமார் 11 விழுக்காடாகும். நடைமுறையில் இதன் பயனுறு திறன் இன்னும் குறைவாக இருக்கும்.

பொதுவாக, ஒரு சூரிய மின் கலத்தின் பயனுறு திறன் குறைக்கடத்தியின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்தது. வெப்பநிலை அதிகரிக்க அதிரிக்க பிரித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்னேற்றங் கொண்ட துகள்கள் ஒன்றியிணைய ஆரம்பிக்கும், இதனால் முனைகளிடையே மின்னழுத்தம் குறைவுறும், வெப்பநிலை ஒரு வரம்பை மீறிச் சென்று விட்டால், மின்னழுத்தம் பூச்சியமாகக் கூட ஆகிவிடும். எனவே சூரிய மின் கலத்தைப் பயன்படுத்தும் போது, அது செயல் படக்கூடிய வெப்பநிலைகளின் எல்லைகளுக்கு

Koviloor Digital Library



அப்பால் போகாமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். ஒரு குறைக் கடத்தி சாதாரணமாக ஏறத்தாழ 30 முதல் 40 விழுக்காடு வரை சூரிய ஆற்றலை எதிரொளித்து விடுகின்றது. இதைக் கட்டுப் படுத்த இயலுமானால், அதன் பயனுறு திறனை ஓரளவு அதிகரிக்க முடியும். இதற்காகக் குறைக்கடத்தியின் மீது எதிரொளிப்பை மட்டும் பாதிக்கக்கூடிய வகையில் ஒரு சிறப்புப் பூச்சைத் தடவு கின்றார்கள். பொதுவாக, சிலிகான் ஆக்சைடு (Silicon Oxide) இப் பணிக்குச் சிறந்ததாக உள்ளது.

ஒரு சிறிய மின்கலத்திலிருந்து நுண்ணிய அளவு மின்னாற் றலை மட்டுமே பெற முடிகின்றது. எனவே ஓரளவு பயன்தரக் கூடிய வகையில் சூரிய ஒளிச்சக்தியிலிருந்து மின்னாற்றலைப் பெறவேண்டுமானால், சூரிய மின் கலத்தின் முகப்பரப்பு கூடு தலாக இருக்க வேண்டும். முகப்பரப்பு அதிகமுள்ள ஒரே படிகத் துண்டாக சூரிய மின்கலத்தை உருவாக்குவதில் பல தொழில்நுட்பச் சிக்கல்கள் உள்ளன என்பதால் ஒரு சூரிய மின் கலத்தை வட்ட வடிவில் சிறிய வில்லைகளாக உற்பத்தி செய்து கொண்டு, இது போன்ற பல வில்லைகளைத் தொடரிணைப்பு (Series) முறையில் இணைத்துத் தேவைப்படும் அளவிற்கு மின் னழுத்தத்தை அதிகரித்துக் கொள்ளுகின்றார்கள். இப்படி வரிசை யாக நிறுவப்பட்டு இணைக்கப்பட்ட சிலிகான் வில்லைகளைச் சூரிய மின்கலத்தொகுப்பு (Solar Panel) என்கின்றார்கள். பயனுறு வகையில் மின்னழுத்தத்தையும் பெருமத் திறன் வெளிப் பாட்டையும் பெற பல சூரிய மின்கலன்களைத் தொடர் மற்றும் பக்க (Parallel) இணைப்பு முறையில் இணைத்துக் கொள்ளுகின் றார்கள். சூரிய மின்கலன்களை இவ்வாறு இணைக்கும்போது மிகவும் கவனமாக இருக்க வேண்டும். ஏனெனில், இரு சூரிய மின்கலங்களையோ தொடரிணைப்பால் இணைக்கப்பட்ட இரு சூரிய மின்கலத் தொகுப்புகளையோ பக்க இணைப்பால் இணைக் கும்போது, தனித்து விடப்பட்ட இரு முனைகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்தம் அதன் பெருமத்திறன் வெளிப்பாடு இவை யிரண்டும் சமமாக இருக்க வேண்டும். இதுபோல இரு சூரிய மின்கலத் தொகுப்புகளைத் தொடரிணைப்பால் இணைக்கும்போது அவையிரண்டும் ஒரு மின் சுற்றில் ஏற்படுத்தும் மின்னோட்டமும்,

Koviloor Digital Library



பெருமத்திறன் வெளிப்பாடும் சமமாக இருக்க வேண்டும். ஏதாவது பொருத்தமற்ற முறையில் பிணைத்துவிட்டால், சூரிய மின்கலத் தொகுப்பின் பயன் முற்றிலும் சீர் குலையும்.

பயன்களுக்குத் தக்கவாறும், கிடைக்கும் தொழில் நுட்பங்களுக்குத் தக்கவாறும், இன்று பல வகையான சூரிய மின் கலன்களைப் பயன் படுத்துகின்றார்கள். காட்மியம் சல்பைடு (Cadmium sulphide),- காப்பர் சல்பைடு (Copper sulphide) இதைப் பயன் படுத்தி நேர்-எதிர் மின் சந்திப்பைப் போல ஒரு சூரிய மின் கலத்தை உருவாக்கலாம். ஒரு சாதாரணக் கண்ணாடித் துண்டில் முதலில் டின் ஆக்சைடு (Stannic oxide) மென்படலம், அடுத்து நுண்ணிய தடிப்புள்ள காட்மியம் சல்பைடு படலம், பிறகு காப்பர் சல்பைடு படலம் என மூன்று படலங்களை ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக ஏற்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். இம் மூன்று படலங்களின் மொத்தத் தடிப்பு ஏறக்குறைய ஒரு மில்லி மீட்டரில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்குதான் இருக்கும். ஒளியானது கண்ணாடி வழிச் சென்று மென் படலங்களில் (Thin film) விழும். இதற்கு ஒளியை மின்னாற்றலாக மாற்றும் தன்மை கூடுதலாக உள்ளது. காட்மியம் சல்பைடு சூரிய மின்கலம் மிகவும் மலிவானது. தடிப்பு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் கனிமப் பொருள் கணிசமாக மிச்சமாகின்றது. மேலும் இவை சிலிகான் போல ஒரினப் படிகப் (mono crystalline) பொருளாக இல்லாமல், பல்லினப் படிகப் பொருளாக (poly crystalline) இருப்பதால், உற்பத்திச் செலவு பெருமளவு குறைவாய் இருக்கின்றது. ஆனால், ஒரு காட்மியம் சல்பைடால் ஆன சூரியக் கலத்தின் மின்னத்மூதம் 0.4 முதல் 0.5 வோல்ட் வரை உள்ளது. இது சாதாரண சிலிகான் மின்கலத்தை விடக் குறைவு. பொதுவாக சூரிய மின் கலன்கள் 20 ஆண்டுகளுக்குப் பயனளிக்கக் கூடியன. காட்மியம் சல்பைடு மின்கலம் நீண்ட காலம் உழைப்பதில்லை எனறாலும் 90° செல்சியசு வரை உழைக்கக் கூடியதாக இருக்கின்றது. இதனால் எதிர்காலத்தில் சூரிய மின் உற்பத்தி சாதனங்களில் இதன் பங்கு அதிகமாக இருக்கலாம் என்று எதிர்பார்க்கின்றார்கள்.

Koviloor Digital Library



மென் படலங்கள் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளினால் சூரிய மின் கலத்திற்குப் பொருத்தமான பல்வேறு மூலப் பொருள்களை இன்று கண்டறிந்திருக்கின்றார்கள். இவற்றுள் காட்மியம் டெல்லூரைடு (Cadmium Telluride), காலியம் ஆர்சினைடு (Gallium Arsenide) காலியம் பாஸ்பைடு (Gallium Phosphide) மற்றும் இன்டியம் பாஸ்பைடு (Indium phosphide) முதலியவை முக்கியமானவையாகும். வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு சிறப்புத் தன்மைகளை உடையனவாக இருக்கின்றன. காலியம் ஆர்சினைடைப் பல்லினப் படிகப் பொருளாகவோ, ஓரினப் படிகப் பொருளாகவோ பயன்படுத்தலாம். ஓரினப் படிகப் பொருளாகப் பயன் படுத்தும் போது அதிகப் பயனுறு திறனைப் பெற்றிருக்கின்றது. கட்புலனுக்கு உள்ளாகும் கதிர்களை உட்கவரும் தன்மை கூடுதலாக உள்ளது. எல்லா ஒளி ஆற்றலும் ஒரு மில்லி மீட்டரில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு தடிப்புள்ள பகுதியிலேயே உட்கவரப்படுகின்றது என்றாலும் சற்றுக் கூடுதலான உற்பத்திச் செலவு பிடிக்கின்றது. இன்டியப் பாஸ்பைடு பயனுறு திறன் சிலிகானைவிடக் கூடுதலாக இருக்கின்றது.

பொதுவாக, ஒரு சூரிய மின்கலம் கீழ்க் கண்ட மூன்று பண்புகளை அவசியமாகப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

1) வளி மண்டல ஈரப்பசையினால் அரிப்புக்கு உட்படாமல் இருக்க வேண்டும்.

2) தட்பவெப்ப நிலை மாறுதல்களுக்குப் பாதிக்கப்படாமல் இருக்க வேண்டும்.

3) உயர் வெப்பநிலையைத் தாங்கிக் கொள்ளக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும்.

இப் பண்புகள் சிலிகானில் ஒருசேர அமைந்திருப்பதால், சூரிய மின் ஆற்றல் தொடர்பான பல தரப்பட்ட சோதனைகளுக்கும், சிலிகானையே பயன்படுத்தி வருகின்றார்கள். இவை சிறு சிறு வில்லை வடிவில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டும் கடைகளில் விற்பனை செய்யப்பட்டும் வருகின்றன. அவை 5 சென்டி மீட்டர் விட்டமும் 0.3 முதல் 0.5 மில்லி மீட்டர் தடிப்பும் உள்ளனவாக இருக்கின்றன.

Koviloor Digital Library



இது அறை வெப்ப நிலையில் 0.45 வோல்ட் மின்னழுத்தத்தில் 0.2 வாட்திறனை அளிக்க வல்லதாய் இருக்கின்றது. உயர் மின்னழுத்தத்திற்கு சிலிகான் வில்லைகளின் தொகுப்பை அமைத்துப் பயன்படுத்திக் கொள்ளுகின்றார்கள். வெப்பக் கதிர் வீச்சினால் மின்கலம் சிதைந்துபோக வாய்ப்புண்டு என்பதால் பொதுவாகக் கரும் பொருள்களுக்கு அருகில் சூரிய மின்கலங்களை வைக்கக்கூடாது. அதிகப் பயனுறு திறனுக்காக ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில், ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் நிறுவி, அதன் மீது சூரிய ஒளி விழுமாறு செய்கின்றார்கள். இதனால் கூடுதலான நேரத்திற் குச் சூரிய ஒளி சிலிகானில் பட்டுக் கூடுதல் மின் ஆற்றல் கிடைக்கும்.

வீட்டுக் கூரைகளில் சூரிய மின்கலத் தொகுப்பை வேய்ந்து விட்டால், வீட்டிற்குத் தேவையான மின் ஆற்றலை ஓரளவு பகற் பொழுதில் உற்பத்தி செய்து கொள்ள முடியும். சூரிய மின்கலம் வெயில் மந்தமாக இருக்கும் போதும் ஏறக்குறைய அதே பயனுறு திறனோடு வேலை செய்யக்கூடியதாக இருக்கின்றது. வெயில் மந்தமானாலும் மின்சாரம் சீராகக் கிடைக்கின்றது. இதனால், வெயில் அதிகமில்லாத துருவப் பகுதிகளில் சூரிய மின் கலங்கள் மிகவும் அனுகூலமாக இருக்கின்றன.

சூரிய மின் கலங்களைக் கொண்டு வீட்டிற்குத் தேவையான மின்னாற்றலை உற்பத்தி செய்து கொள்வது பொருளாதார ரீதியில் சிக்கனமானதாக இல்லை. இன்றைய சூழ்நிலையில் 1 வாட் மின் உற்பத்திக்கு ஆகும் செலவு சுமார் 30 உருவா ஆகின்றது. (இன்றைக்கு ஒரு கிலோ வாட் மின்சாரத்திற்குச் சுமார் 60 பைசாதான் கொடுக்கின்றோம்) இதனால் சில முக்கியப் பயன்களுக்கு மட்டுமே சூரிய மின்கலங்களைப் பயன்படுத்தி வருகின்றார்கள், செய்திப் போக்கு வரத்துத் துறையிலும், கப்பல் செய்தி பரிமாற்றங்களிலும், கப்பல் மற்றும் விமானக் கட்டுப் பாட்டு மையங்களிலும், துருவப்பகுதிகளில் ஆய்கருவிகளை இயக்கத் தேவையான மின்னாற்றலைப் பெறவும், சூரிய மின்கலங் கள் பயன்படுகின்றன, சூரிய மின்கலத் தொகுப்பைக் கொண்டு பெற்ற மின்னாற்றலினால் சைக்கிள், மோட்டார் சைக்கிள்,

Koviloor Digital Library



முதலான வண்டிகளையும் கார்களையும் கூட இயக்குகின்றார்கள். இத்தகைய வண்டிகளையும் கார்களையும் வடிவமைத்துச் சூரிய ஆற்றலினால் ஒட்ட முடியும் என்பதைப் பன்னாட்டு நிபுணர்கள் மெய்ப்பித்துள்ளார்கள். பலரும் இதில் ஈடுபட்டுச் சாதனைகள் புரிந்து வருகின்றார்கள். எடுத்துக்காட்டாக ஆஸ்திரேலிய நாட்டைச் சேர்ந்த லாரி பெர்கின்சு என்பார் ஒரு சூரிய் உந்து வண்டியை வடிவமைத்து, பெர்த் என்ற இடந்திலிருந்து சிட்னி வரை உள்ள 2566 மைல்களை 20 நாள்களில் கடந்து சாதனை புரிந்துள்ளார். எனவே, எதிர்காலத்தில் போக்குவரத்துத்துறை யில் பெருத்த மாற்றங்களை இச்சூரிய வண்டிகள் ஏற்படுத்தலாம்.

இச்சூரிய வண்டிகள் முடவர்களுக்கும், வயதானவர்களுக்கும், நோயாளிகளுக்கும் மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கும். இந்தியா விலுள்ள சில நிறுவனங்கள் இதைத் தயாரித்துக் கொடுத்து வருகின்றன. உத்திரப்பிரதேசத்தின் சாகிதாபாத்தில் உள்ள மைய மின்னியல் நுட்ப நிறுவனம் (Central electronic limited) ஒரு சூரிய சைக்கிளை உற்பத்தி செய்துள்ளது. இது மணிக்கு 8 கிலோ மீட்டர் தொலைவும், சராசரியாக ஒரு நாளைக்கு 15 கிலோ மீட்டர் தொலைவும் செல்லக்கூடியதாய் இருக்கின்றது. இதனால் சாய்வான மேடுகளில் மேலேறிச் செல்ல முடியவில்லை. சூரிய ஆற்றலினால் இயங்க முடியாது போய், நடுவழியில் நின்று விட்டால், கவலைப்படத் தேவையில்லை. கையால் இயக்கிப் பயணத்தைத் தொடரலாம். இதன் விலை உருவா 1000 என்று நிருணயித்திருக்கின்றார்கள். விலை இவ்வளவு அதிகமாக இருப்பதற்குக் காரணம், பயன்படுத்தப்படும் சூரிய மின்கலத் தொகுப்பே ஆகும். விலையைக் குறைக்க வேண்டுமெனில் மிக மலிவு விலையில் தரமான குறைக்கடத்திகளைத் தயாரிக்கக் கூடிய தொழில் நுட்பத்தை அறிந்து கொள்வது இன்றியமையாத தாகின்றது.

ஆராய்ச்சிகளின் பலனாக இன்று மணிக்கு 50-60 கிலோ மீட்டர் தொலைவு செல்லக்கூடிய சூரிய வண்டிகளை வடிவமைத்து வெற்றி கண்டுள்ளார்கள். பொதுவாக இதுபோன்ற சைக்கிள் களில் குடை போன்றதொரு சமதளக் கவசம் இருக்கும். இதில்

Koviloor Digital Library



சூரிய மின்கலங்கள் வரிசையாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதைக்கொண்டு பெற்ற சூரிய-மின்ஆற்றலினால் வண்டியில் உள்ள மோட்டாரை இயக்கி இடப்பெயர்ச்சியை உண்டாக்கு கின்றார்கள். சூரியக் கார்களையும் வடிவமைத்துக் காட்டியிருக் கின்றார்கள் சோதனை ஓட்டத்தின்போது இது மணிக்கு 24 கிலோ மீட்டர் தூரம் சென்றது. பல மாற்றங்களைச் செய்து இன்னும் இதைச் சிறப்பான ஊர்தியாக்கலாம் என்று கருத்து தெரிவித்திருக்கின்றார்கள். சூரிய ஒளி மேகங்களினால் சற்று நீண்ட நேரத்திற்குத் தடைப்படுத்தப்படும்போது, பொதுவாக சூரிய வண்டிகளின் இயக்கம் ஓரளவு குன்றிவிடுகின்றது. இதனால் சூரிய மின் ஆற்றல் சேமிப்புக் கலங்களைக் (Storage cell) கொண்டு வெயில் பிரகாசமாயிருக்கும்போது மின்ஆற்றலைச் சேமித்துக்கொண்டு, இத்தகைய நேரங்களில் பயன்படுத்திக் கொள்ளுகின்றார்கள். இதற்கு ஈயம்-அமிலம் (Lead-Acid Cell) மின்கலங்களையும், நிக்கல்-காட்மியம் மின்கலங்களையும் பயன் படுத்துகின்றார்கள். இதை ஒரு முறை மின்னூட்டி (Charging) விட்டால், அதைக்கொண்டு 32 கிலோ மீட்டர் தொலைவைக் கடக்க சூரியக் காரை இயக்கலாம் என்று மதிப்பிட்டிருக்கின்றார் கள். எதிர்காலத்தில் இத்தொலைவு இன்னும் நீட்டிக்கப்படவும் கூடும். இதுபோன்ற வழிமுறைகளில் வெற்றி கண்டுவிட்டால் சூரியக் கார்கள், பேருந்து வண்டிகள், இரயில் வண்டிகள் எல்லாம் சாதாரணமாகிவிடும். உண்மையில் அக்காலம் வெகு தொலைவில் இல்லை.

சூரிய மின் ஆற்றல் சேமிப்பு வழிமுறைகளில் ஈயம்-அமிலம் மின்கலம் சிறப்பாய் பணிபுரிகின்றது. இது 12 வோல்ட், 60 ஆம்பியர் மணி அல்லது 12 வோல்ட் 120 ஆம்பியர் மணி திறன் கொண்டதாய் உள்ளது. இந்த மின்கலத்தைப் பலமுறை மின்னூட்டியும், மின்னிறக்கம் (discharging) செய்தாலும், குறுகிய காலத்தில் கெட்டுப் போவதில்லை. மின்னாற் பகுப்பு ஏற்பட்டு மின்கலம் பாதிக்கப்படலாம் என்பதால் ஈயம்-அமிலம் மின்கலன் களை 2.4 வோல்ட்க்கு அதிகமாக மின்னூட்டம் செய்வதில்லை.

இச்சேமிப்பு மின்கலங்கள் இரவுக் காலங்களில் தெரு விளக்கு களை எரிய வைக்கமிகவும் பயனுள்ளதாய் இருக்கின்றது. பல

Koviloor Digital Library



நாடுகளில் இச்சூரிய விளக்குகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இதிலுள்ள சூரிய மின்கலத் தொகுப்பு பகல்பொழுதில் சூரிய ஆற்றலை ஈர்த்துச் சேமிப்புக் கலங்களில் சேகரித்து வைத்துக் கொள்ளுகின்றது. இவ்வாறு சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றல் இரவில் மின் விளக்குகளை எரியப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. சூரிய விளக்குகளினால் மின்னாற்றலை எடுத்துச் செல்லப் பயன் படுத்தப்படும் மின் கம்பிகளுக்கான செலவு மிச்சமாகின்றது. தக்க மின்னியல் நுட்பச் சாதனங்களைப் பொருத்தி விட்டால், இவ் விளக்குகள் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் தாமே எரிய ஆரம்பித்து ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் தாமே அணைந்து விடும். இதனால் மின் இணைப்பை ஏற்படுத்தவும், நீக்கவும் செய்யப்படும் வேலை மிச்சமாகின்றது. இந்திய மத்திய அரசு இப்பொழுது இது போன்ற திட்டங்களில் கவனம் செலுத்திவருகின்றது. வரும் ஆண்டில் பல இந்தியக் கிராமங்களில் சூரிய மின் விளக்குகளை நிறுவ முயற்சிகளை மேற்கொண்டுள்ளார்கள். தமிழ் நாட்டில் சேலம், தர்மபுரி மாவட்டங்களில் உள்ள ஐந்து கிராமங்களை இதற்காகத் தேர்ந்தெடுத்துள்ளார்கள். எதிர் காலத்தில் இத் திட்டம் இன்னும் பல கிராமங்களுக்கு விரிவுபடுத்தப்படும் சாத்திய மும் இருக்கின்றது.

நகரங்களைவிட்டுத் தள்ளியிருக்கும் இடங்களில் உள்ள தொலைபேசிப் (Telephone) பெட்டிகளுக்குத் தேவையான ஆற்றலைச் சூரிய மின்கலங்கள் அளிப்பதால் சூரியத் தொலை பேசிப் பெட்டிகளை ஆங்காங்கே கட்டி வருகின்றார்கள். மேலை நாடுகளில் சூரியத் தொலைபேசிப் பெட்டிகள் பல பயன்பாட்டில் இருந்துவருகின்றன. சூரியத் தொலைபேசிப் பெட்டிகளை நிருவகிப்பது மிகவும் சிக்கனமானதாய் இருக்கின்றது என்று கூறு கின்றார்கள்.

சூரிய மின்னாற்றலைக் கொண்டு இருப்புப் பாதைகளை ஒட்டியுள்ள சமிக்கை ஒளிக் கம்பங்களை இயக்க முடியும். சேலத்திற்கு அருகில் உள்ள கருப்பூர் என்ற ஊரில் இது இன்றைக்குச் சோதனை முறையில் இயங்கி வருகின்றது. மின் ஆற்றல் சேமிப்புக் கலங்களைப் பயன்படுத்தி இரவுக் காலங்களில்

Koviloor Digital Library



இச்சமிக்கை ஒளிக் கம்பங்களை இயக்குகின்றார்கள். இதன் பெரும மின் இயக்கு விசை 12 வோல்ட் ஆகும். ஓரிரு நாள்களில் சேமிக்கப்பட்ட மின் ஆற்றலைக் கொண்டு, அடுத்தடுத்த மூன்று நான்கு இரவுகளுக்குச் சமிக்கை ஒளிக் கம்பத்தை இயக்கப் போதுமானதாக இருக்கின்றது. சூரிய ஒளி சமிக்கைக் கம்பங்களுக்குச் சுமார் 3000 உருவா கூடுதல் செலவு ஆகின்றது என்றாலும் நீண்ட காலத்திற்குச் சிறப்பாய், பணியாற்றக்கூடியதாய் இருக்கின்றது.

கிராமங்களில் சூரிய ஆற்றலைக் கொண்டு நேரடியாக மின்னாற்றலைப் பெற்றுக் குளிர் சாதனப் பெட்டிகளை இயக்குவது இன்னும் எளிமையானதாக இருக்கின்றது. இதனால் குளிர்ச்சியாகவே வைத்திருந்து பாதுகாக்கப்படவேண்டிய முக்கியமான மருந்துப் பொருள்களைக் கிராமங்களிலேயே வைத்திருந்து தேவையான போது கிராம மக்களுக்குக் கொடுத்து உயிர் காக்க முடியும்.

சூரிய ஒளியிலிருந்து கிடைக்கும் மின்னாற்றலைக் கொண்டு வேலிக் கம்பிகளில் பாய்ச்சி ஒரு பாதுகாப்பான திறந்தவெளிப் பகுதியை ஏற்படுத்த முடியும். இதற்குத் தொடக்க முதலீடு சற்று அதிகமானாலும், சுமார் 20 ஆண்டுகளுக்குப் பணிபுரிகின்றது; தவிர, ஆற்றலும் இலவயம்; நிருவாகச் செலவும் குறைவு. இதைச் சூரிய வேலி (Solar fence) என்கின்றார்கள். மின் சேமிப்புக் கலங்களைப் பொருத்திவிட்டால் இரவுக் காலங்களிலும் வேலியில் மின்சாரம் பாயும்படி செய்யலாம். சூரிய வேலி விலங்குக் காட்சிச் சாலைகளிலும், வளச் சரகங்களிலும் அத்து மீறி உள்ளே செல்லக் கூடாத முக்கிய நிறுவனங்களிலும் பயன்படுகின்றது. குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் உள்ள விலங்குகளைப் பாதுகாப்பாக வைத்துக் கொள்ளவும், அவை அத்து மீறி வயல் மற்றும் குடியிருப்புப் பகுதிகளுக்குள் நுழைந்து சேதம் ஏற்படுத்தாமல் பார்த்துக் கொள்ளவும் இத்தகைய சூரிய வேலிகள் மிகவும் பயனுள்ளனவாய் இருக்கின்றன.

சூரிய மின்கலங்களினால் மின்னியல் நுட்பங்களில் பெரும் முன்னேற்றம் விளைந்துள்ளது. சூரிய ஆற்றலைக் கொண்டு

Koviloor Digital Library



இயங்கும் கணக்கிடும் கருவிகளை (calculators) உருவாக்கி யுள்ளார்கள். சப்பானிய நிறுவனம் சூரியக் கணக்கிடும் கருவி களைப் பெருமளவு உற்பத்தி செய்து விற்பனை செய்து வரு கின்றது. இம் முயற்சி சூரியக் கணக்கிடும் எந்திரங்கள் அல்லது பொறிகள் (computers) போன்ற உயர் தொழில் நுட்பச் சாதனங் களுக்கு வழி வகுக்கின்றது.

சூரிய மின் கலத்தின் மற்றொரு முக்கியப் பயன் செயற்கைக் கோள்களுக்கும் (Artificial satellites) விண்வெளிக் கலங்களுக்கும் (Space Vehicle) தேவையான மின்னாற்றலை உற்பத்தி செய்து தருவதாகும். 1958-இல் சூரிய மின்கலம் முதன் முதலாகச் செயற்கைக் கோள்களில் பொருத்தப்பட்டது. இந்தியாவிலிருந்து ஏவப்பட்ட ஆரியப்புட்டா, ஆப்பிள், இன்சாட் முதலிய செயற்கைக் கோள்களிலும் இத்தகைய சூரிய மின்கலத் தொகுப்புக்களைப் பொருத்தியிருந்தார்கள். செயற்கைக் கோள்களில் இருக்கும் பல வகையான கருவிகளையும், மின்னியல் நுட்பச் சாதனங்களையும் இயக்க இந்தச் சூரிய மின் கலத் தொகுப்புக்களிலிருந்து பெறப் படும் மின்னாற்றல் பயன்படுகின்றது. இதற்காகச் சாதாரண மின் கலங்களை எடுத்துச் செல்ல முடியாது.ஏனெனில் அவற்றால் நீண்டகாலத்திற்கு மின்னாற்றலை அளிக்க முடிவதில்லை. மேலும் பூமியிலிருந்து விண்கலத்தை எடுத்துச் செல்லும் இராக் கெட்டின் எடை சாதாரண மின்கலத்தை எடுத்துச் செல்லுவதினால் அதிகரிக்கின்றது. எடை அதிகரிக்க எரிபொருள் கூடுதலாகச் செலவாகின்றது. இதனால் விண்கலத்தை விண்ணில் ஏவக் கூடுதலான எரிபொருளை எடுத்துச் செல்ல வேண்டியதாகின்றது. எனவே, ஒவ்வொரு இராக்கெட்டின் செயல் திறனுக்கு ஏற்ப அதன் பெரும எடையைத் தீர்மானிப்பார்கள். மேலே உந்தப் படும் இராக்கெட்டின் எடை எப்பொழுதும் இப் பெரும எடைக்கு உட்பட்டதாகவே இருக்க வேண்டும். எனவே முடிந்த அளவு இராக்கெட்டின் எடையைக் குறைத்துக் கொள்வது நல்லது. அப் பொழுதுதான் அவசியமான வேறு பொருள்களையும், விண் வெளியில் நீண்ட நாள்களுக்குத் தேவைப்படும் உணவையும் எடுத்துச் செல்ல முடியும். இதற்கு மிக இலேசான சூரிய மின் கலங்கள் மிகவும் உதவியாய் இருக்கின்றன. இன்று சூரிய மின்

Koviloor Digital Library



தலங்களே பொருத்தப்படாத செயற்கைக் கோள்கள் இல்லை எனலாம்.

சூரிய மின் ஆர் மின் பயன் படிகமற்ற சீரான தூள் போன்ற சிலிகான் (Amorphous silicon) என்ற பொருளால் வியத்தகு முன்னேற்றம் பெற்றுவருகின்றது. இதில் தூய சிலிகானோடு, ஹைட்ரஜன் அல்லது புளோரின் (Fluorine) போன்ற வேற்றுப் பொருள்கள் கலக்கப்பட்டிருக்கும். இதில் படிக அமைப்பு சீராக இருப்பதில்லை. இதன் பயன் பலப்பல. இன்னும் நுண்ணிய தடிப்புள்ள மென்படலமே போதுமானது. அதனால் கணிசமாகக் கனிமப்பொருள் மிச்சமாகின்றது. இன்றைக்குப் படிக உருவமற்ற தூள் வடிவ சிலிகான் கணக்கிடும் கருவிகள் போன்ற அகப்பயன்பாடுகளில் மட்டுமே பயன்படுத்தப் படுகின்றது. வெளிப்பயன்பாட்டில், சூரிய ஒளி தொடர்ந்து விழும்போது, அதன் பண்புகள் சிதைந்து விடுகின்றன. எனினும் எதிர்காலத்தில் இதன் பயன் அதிகமாக இருக்கும் என்ற நம்பிக்கை ஆராய்ச்சியாளர்களிடையே வளர்ந்திருக்கின்றது.

## 24 சூரிய மின் ஆற்றல் நிலையங்கள்

சூரிய வெப்ப மின் நிலையங்களைப்போல, சூரிய - மின் ஆற்றல் நிலையங்களையும் நிறுவமுடியும். இத்தகைய மின் நிலையங்கள் சோவியத் நாட்டிலும், இத்தாலியிலும் அமைக்கப் பட்டு வெற்றிகரமாய்ச் செயல்பட்டு வருகின்றன. இதில் காலியம் ஆர்சினைடு (Gallium Arsenide) அலுமினியம் ஆர்சினைடு (Aluminium arsenide) முதலிய ஒரின்ப் படிகங்களைப் பயன் படுத்தியுள்ளார்கள். ஒவ்வொரு சூரிய மின்கலத் தொகுப்பும் சுமார் 500 வாட் திறன் கொண்டதாக இருக்கின்றது. பல மின்கலத் தொகுப்புக்களை வரிசையாக அடுக்கி ஒன்றிணைத்து உயர் மின்னழுத்தத்தில் மின்சாரத்தைப் பெறுகின்றார்கள். இது போன்ற சூரிய-மின் ஆற்றல் நிலையங்கள் மலைப் பகுதி களுக்கும், பாலைவனப் பகுதிகளுக்கும் உலகத்தோடு தொடர் பற்ற தனித்த பகுதிகளுக்கும் மிகவும் அனுகூலமானவை என்று சொல்லுகின்றார்கள். உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின் ஆற்றலைச்

Koviloor Digital Library



சேமித்து இரவுக்காலங்களில் பயன்படுத்த முன்பு நாம் குறிப்பிட்ட அதே ஈயம்–அலுமினியம் மின்கலங்களைப் பெரிய அளவில் பயன்படுத்துகின்றார்கள். 2 டன் எடையும் 1 கன மீட்டர் பரிமாணமும் உடைய ஈயம் - அமிலம் மின்கலம் 5 கிலோ வாட் திறனை 10 மணி நேரத்திற்குத் தரக்கூடிய வகையில் சேமித்து வைக்க வல்லது. இன்று உலகெங்கும் பல சூரிய மின் நிலையங்கள் கட்டப்பட்டு வருகின்றன.

சூரிய ஆற்றலில் கணிசமான பங்கு வளி மண்டலத்தில் இழக்கப்படுவதால் சூரிய-ஆற்றல் மின் நிலையங்களை முழுப் பயனுறு திறனோடு இயக்க முடிவதில்லை. வளி மண்டலத்திற்கு அப்பால் உள்ள விண்வெளியில் பூமியின் தரைமட்டத்தில் கிடைப்பதைவிட 40 விழுக்காடு கூடுதலாக ஆற்றல் கிடைக்கின்றது. அதற்காக மிகப்பெரிய சூரிய தொகுப்புக்களை 25 கிலோ மீட்டர் நீளமுள்ள சுவராக விண்வெளியில் நிறுவிப் பூமியைச் சுற்றி ஒரு நிலையான வட்டப் பாதையில் சுற்றிவரச் செய்து பல நூற்றாண்டுகளுக்கு மின்னாற்றல் பெறலாம் என்று திட்டமிட்டுள்ளார்கள். விண்வெளியில் சூரிய நிலையங்களை அமைப்பதினால் உள்ள வாய்ப்புக்களை அமெரிக்க சூரிய சக்தி ஆய்வுக் கழகத்தின் தலைவரான பீட்டர் கிளேசர் (Peter Glaser) என்பார் விளக்கிக் கூறியுள்ளார்.

முதலாவது, சூரிய மின் நிலையம் பூமியிலிருந்து பல ஆயிரக் கணக்கான கிலோ மீட்டர் தொலைவில் நிறுவப்படுவதால், அங்குக் காற்றின் சலனமோ, மேகங்களின் குறுக்கீடோ இருக்கா. அதனால் சூரிய மின் கலங்கள் முழுப் பயனுறு திறனுடன் அங்கே செயல்படும். இரண்டாவது, சூரிய ஒளி கூடுதலான நேரத்திற்கு அங்கே கிடைப்பதால் கூடுதலான மின் உற்பத்தி சாத்தியமாகின்றது. இரண்டு மின் நிலையங்களை விண்வெளியில் 12600 கிலோ மீட்டர் தொலைவு இடைவெளியுடன் பூமியில் 21° கோணத்தை ஏற்படுத்துமாறு அமைத்து விட்டால், 24 மணி நேரமும் மின் ஆற்றல் பெறுவது சாத்தியமாகும். மூன்றாவது, இதன் கோணத் திசை வேகமும் பூமியின் தற்சுழற்சி கோணத் திசை வேகமும் (angular velocity) சமமாக இருக்குமாறு செய்து

Koviloor Digital Library



விட்டால், கட்டப்பட்ட சூரிய மின் நிலையம் எப்பொழுதும் பூமிக்கு மேலே ஒரே இடத்தில் இருப்பதாய்த் தோன்றும். இதனால் அங்கு உற்பத்தியாகும் சூரிய மின்னாற்றலைப் பூமிக்கு அனுப்புவது எளிதாகின்றது. முதலில் உற்பத்தியாகும் மின்னாற்றலை நுண்ணலைகளாக (Microwave) மாற்றிக் கொள்ளுகின்றார்கள். மின்காந்த அலை பரப்பி (transmitter) யைக் கொண்டு இவ்வலைகளை ஒருகுறிப்பிட்ட திசையில் பூமியை நோக்கி அனுப்புகின்றார்கள். தரையில் நுண்ணலை ஏற்பிகளைக் (Microwave antenna) கொண்டு அனுப்பப்படும் நுண்ணலைகளைக் கவர்ந்து மீண்டும் மின்னாற்றலாக மாற்றிக் கொள்ளுகின்றார்கள். இதற்குச் சுமார் 10 சதுர கிலோ மீட்டர் பரப்பளவில் ஏற்பிகளை வடிவமைத்துக்கொள்ளவேண்டும். வரும் நுண்ணலைகள் வழி தவறிப் போய் ஏற்பிகளைச் சென்றடையாமல் வேறெங்காவது விழுந்தால் அதனால் பெரும் தீங்குகள் விளையும்; மனித குலமே நாசப் படுத்தப்படலாம். எனவே இதை நிறுவுவதில் மிகுந்த கவனமாய் இருக்க வேண்டும்.

பொதுவாக, சூரிய மின் நிலையங்களிலிருந்து நமக்கு ஒரு திசை மின்னோட்டம் (direct current-D.C.,) கிடைக்கும். தக்க மாற்றிகளைக் (Inverter) கொண்டு அதை மாறுதிசை மின்னோட்டமாக (alternating current-A.C.,) மாற்றிக் கொள்ளலாம். இப்படிக் கூடுதலான மின்னாற்றலைப் பெற்றால், ஆற்றல் பிரச்சினையின் கடுமை வெகுவாகத் தணிக்கப்படுவதோடு, தொழில் வாய்ப்புப் பெருகவும், வேலையில்லாத் திண்டாட்டம் மறையவும் காரணமாய் இருக்கும் என்று கருதுகின்றார்கள். இதன் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்து, காற்றாலை மற்றும் வெப்ப மின் நிலையம் இவற்றோடு சூரிய மின் நிலையத்தையும் இணைத்து, ஒரே அமைப்பாக்கிக் கூடுதலான பயனுறு திறனோடு ஆற்றலைப் பெற முயன்று வருகின்றார்கள்.

சிலர் சந்திரனில் இத்தகைய சூரிய மின் நிலையங்களை அமைக்கலாம் எனக் கருத்து தெரிவித்துள்ளார்கள். இத்திட்டம் இந்த நூற்றாண்டில் நிறைவேறாது என்றாலும், அடுத்து வரும் 21-ஆம் நூற்றாண்டில் வெற்றியுடன் நிறுவப்படும் என எதிர்பார்க்கலாம்.

Koviloor Digital Library



## 25 ஹைட்ரஜன் - புதிய எரிபொருள்

ஹைட்ரஜன் எரியக் கூடிய வளி. இராக்கெட்டுகளில் நீரிய ஹைட்ரஜனைத்தான் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றார்கள். உருக்கிணைப்பு (Welding) முறையில் ஹைட்ரஜன் நல்ல எரி பொருளாகப் பயன்படுகின்றது. உலகில் நீர் அதிகம். நீரில் ஹைட்ரஜன் அதிகம். இந்த ஹைட்ரஜனைப் பிரித்துச் சேமிக்க முடிந்தால் ஒரு புதிய பயனுறு எரிபொருளைப் பெற்று விடலாம். சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி நீரைப் பகுத்து ஹைட்ரஜனை எளிதாகப் பிரித்தெடுக்க முடியும் என்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் கூறுகின்றார்கள்.

நீரின் வழியே மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சினால் அது இரு பங்கு ஹைட்ரஜனாகவும், ஒரு பங்கு ஆக்ஸிஜனாகவும் பகுக்கப்படு கின்றது. இதை நாம் மின்னாற் பகுப்பு என்று குறிப்பிடுகின்றோம். இந்த வழிமுறை பல தொழிற்சாலைகளிலும், பரிசோதனைக் கூடங்களிலும், ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களிலும் பின்பற்றப்படு கின்றது. ஆனால், இந்த முறையினால் பெறப்படும் ஹைட்ரஜனை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்துவதில் சிக்கனம் இல்லை. 'மின்னாற் பகுப்பிற்குத் தேவையான மின்னாற்றல் அதிக அளவாய் இருப்ப தால் கூடுதல் செலவாகின்றது.

சூரிய ஆற்றலைக் கொண்டு பெறப்படும் மின்னாற்றலைக் கொண்டு இந்த மின்னாற்பகுப்பைச் செய்யலாம் என்றால், அதற்குத் தேவையான ஆற்றல் போதுமானதாக இல்லை. அல்லது சிறிதளவு ஹைட்ரஜனைச் சேகரிக்கவே. நீண்ட நேரமாகின்றது. இதனால் சூரிய ஆற்றலை நேரடியாகப் பயன்படுத்தினால் பயனிருக்குமா என ஆராய்ந்தார்கள். அவர்களுடைய ஆராய்ச்சி கள் வீண் போகவில்லை. ஒரு புதிய வழிமுறையைக் காட்டியிருக் கின்றது. சூரிய ஆற்றலை நேரடியாகப் பயன்படுத்தி ஹைட்ர ஜனைப் பிரிப்பது சோதனை அளவில் நடைமுறைச் சாத்தியமே என்பதை அவர்கள் மெய்ப்பித்துக் காட்டியுள்ளார்கள். இதை ஒளி - உயிரியல் வழிமுறை (Photo-biological system) என்று கூறுகின்றார்கள். ஏனெனில் இவ்வழிமுறை தாவரங்களில் நடை பெறும் ஒளிச்சேர்க்கை முறையைப் பின்பற்றி உள்ளது.

Koviloor Digital Library



தாவரங்களில் குளோரோபில் (Chlorophyll) என்ற பச்சையம் பெருமளவில் உள்ளது. இதுவே ஒளிச்சேர்க்கையை நடைமுறைப் படுத்துகின்றது. சூரிய ஆற்றலை உட்கவர்ந்து, வேர் மூலம் உறிஞ்சப்படும் நீர் மூலக்கூறுகளை மிகச் சாதாரணமாகப் பகுத்து விடுகின்றது. அப்படிப் பகுக்கும்போது இரு நீர் மூலக்கூறுகள் ஓர் ஆக்ஸிஜன் மூலக் கூறாகவும், நான்கு ஹைட்ரஜன் அயனி களாகவும், நான்கு எலெக்ட்ரான்களாகவும் பகுக்கப்படுகின்றன. இதை Ionisation என்று வேதியியலில் குறிப்பிடுவார்கள். இதில் உற்பத்தியாகும் ஆக்ஸிஜன் வெளியேறிவிடுகின்றது. ஹைட்ரஜன் கார்போஹைட்ரேட் (Carbohydrate) போன்ற சத்துப் பொருள் களை ஆக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. எலெக்ட்ரான்கள் பல வகை யான எலெக்ட்ரான் கடத்திகளால் (Electron carrier) எடுத்துச் செல்லப்பட்டுப் பின்னர் மெதுவாக உணவுப் பொருள் உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்களை அப்படியே வழிமறித்துக் கவர்ந்து கொண்டு ஹைட்ரஜனாய் மாற்ற முடியும் என்பதை அண்மையில் கண்டுபிடித்திருக்கின்றார்கள். பயிர்ப் பொருள்களில் உற்பத்தியாகும் தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்களைப் பெரோடாக்சின் (Ferrodoxin) என்ற பொருளால் மிக எளிதாக உட்கவர்ந்து விடலாம். பின்னர் ஹைட்ரஜனாக்கம் (Hydrogenase) செய்யும் ஒரு வகை என்சைம்களினால் (Enzyme) ஹைட்ரஜ னாக்கிவிட முடியும். பெரோடாக்சினும், ஹைட்ரஜனாக்கியும் பொதுவாகச் சில வகைப் புரோட்டீன்களாகும். இதில் இரும்பு மற்றும் கந்தகம் (Sulphur) அயனிகள் இருப்பதால் இச்செய்கை நடைமுறைப்படுத்தப்படுகின்றது. இவ் வழிமுறை இன்னும் சோதனை அளவிலேயே இருந்து வருகின்றது.

தவிர, ஹைட்ரஜனை மற்றொரு உயிரியல் வழிமுறையினா லும் உற்பத்தி செய்ய முடியும். சில வகையான ஆல்கே (Algae) வகைப் பயிரினங்கள் ஹைட்ரஜனும், கரியமிலவாயுவும் இல்லாத வெளியில் வைத்தால், அவற்றின் மீது சூரிய ஒளி பட்டவுடன், ஹைட்ரஜனை உற்பத்தி செய்கின்றன. இந்த ஹைட்ரஜனைச் சேமித்துப் பயன்படுத்திக்கொள்ள முடியும்.

இம்முறையில் மேற்கொள்ளப்பட்ட தீவிரமான ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக மற்றொரு உண்மையையும் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

Koviloor Digital Library



குளோரோபில் மற்றும் ஹைட்ரஜனாக்கிகளுக்குப் பதிலாக ஓர் இரசாயனப் பொருளைக் கொண்டும் இவ்வழிமுறைனளைச் செயல்படுத்த முடியும். ஒளி உணர்வு மிக்க ரூதெனியம் (Ruthenium) என்ற உலோகத்தைச் சூரிய ஒளியில் வைத்தால் அது ஆற்றலை ஈர்த்துக் கொண்டு செயலைத் தூண்டுகின்றது. அது நீரைப் பகுத்து ஆக்ஸிஜனாகவும், ஹைட்ரஜனாகவும் மாற்று கின்றது. இதில் பயனுறு திறன் மிகக் குறைவாய் உள்ளது. எதிர் காலத்தில் இதில் காணப்படும் குறைபாடுகளை நீக்கிச் சிறந்த ஆற்றல் மூலம் ஒன்றை உருவாக்கிக் கொள்ள முடியும் என்று உறுதியாகக் கூறுகின்றார்கள்.

ஹைட்ரஜன் எரி பொருளால் சில முக்கியமான பயன்கள் உள்ளன. பொதுவாக மின்னாற்றலை 1200 கிலோ மீட்டர்களுக்கு அப்பால் எடுத்துச் செல்ல இயலாது. ஏனெனில் மின் தடையால் வரும் வெப்ப இழப்பு அதிகமாய் விடுகின்றது. ஹைட்ரஜனைக் குழாய்கள் மூலம் எடுத்துச் செல்வது செலவு குறைவாக இருப்ப துடன் நீண்ட தொலைவிற்கு எடுத்துச் செல்லவும் முடிகின்றது. மேலும் ஹைட்ரஜனை நீரியமாகவோ, உலோக ஹைட்ரைடுடன் கூடிய வாயுவாகவோ சேமித்துவைக்க முடியும். தக்க வெப்பக் காப்பீடு சாதனங்கள் இதற்குத் தேவைப்படுகின்றன. நீரிய ஹைட்ரஜனை நீரிய பெட்ரோலியம் வளி போல எங்கும் எடுத்துச் சென்று பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

ஹைட்ரஜனை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்துவதனால் பல நன்மைகள் உண்டு. ஹைட்ரஜனை எரி பொருளாகக் கொண்டு ஓடும் உந்து வண்டிகள், தானியங்கி வண்டிகள் அனைத்தும் ஓசையில்லாமல் இயங்குகின்றன. வண்டிகளின் பயனுறு திறன் அதிகமாக இருக்கின்றது. விமானங்களில் சிறிய மாற்றங்களைச் செய்து ஹைட்ரஜனை எரி பொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். இதனால் நீண்ட தொலைவை அதே அளவு எடை கொண்ட எரி பொருளால் கடந்து விடுகின்றது. மேலும் ஹைட்ரஜனை எரி பொருளாகப் பயன்படுத்துவதனால், கரியமிலவாயு, நைட்ரஜன் போன்ற கழிவுப் பொருள்கள் வெளியேறுவதில்லை. எனவே ஹைட்ரஜன், தொல் படிவு எரி பொருள்களைப் போலச் சுற்றுப்

Koviloor Digital Library



புறத்தின் தூய்மையைச் சீர்குலைப்பதில்லை எனலாம். இவ் வெரி பொருள் மிகவும் மலிவானது; உலகில் வேண்டிய அளவு ஹைட்ரஜன் நீர் மண்டலங்களில் முடங்கிக் கிடக்கின்றது. எனவே ஹைட்ரஜனைப் பிரித்தெடுக்கும் தகுந்த வழிமுறையைக் கண்டு பிடித்துவிட்டால், நீண்ட காலத்திற்கு எரிபொருள் பிரச்சினை என்ற கவலை ஏதும் இராது.

சூரிய ஒளியினால் நாம் மறைமுகமாகவும், நேரடியாகவும் பெறும் பயன்கள் கணக்கிலடங்கா. ஆற்றல் பிரச்சினையைத் தீர்க்க சூரிய ஆற்றலே மிகுந்த நம்பிக்கை அளிப்பதாய் இருக்கின்றது. என்றாலும் சூரிய ஆற்றலைப் பயனுறு திறன் மிக்க முறையில் பயன்படுத்துவதில் பல நடைமுறைச் சிக்கல்கள் உள்ளன. சூரிய ஒளி பூமியின் மீது தொடர்ந்து விழுந்து கொண்டிருந்தாலும், ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் சீராக விழுவதில்லை. பூமியின் தற் சுழற்சியும், மேகங்களின் குறுக்கீடும், சூரிய ஒளியைத் திறம்படப் பயன்படுத்துவதைப் பாதிக்கின்றன. என்றாலும் சூரிய ஆற்றல் என்றும் இலவயம். முறையான ஆராய்ச்சிகளின் பயனால் தவிர்க்க இயலாத இது போன்ற குறைபாடுகளையும் களைந்து, கூடுமானவரை உயர்ந்த பயனுறு திறனோடு சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளமுடியும் என்ற நம்பிக்கை அறிவியலாளரிடையே வளர்ந்திருப்பதால், சூரிய ஆற்றல் தொடர்பான ஆராய்ச்சிகளைப் பல நாட்டினரும் விரிவு படுத்திக் கொண்டு வருகின்றார்கள்.

Koviloor Digital Library



# 4. சூரிய ஆற்றலும் உணவு உற்பத்தியும்

## 26 சூரிய ஆற்றலும் உணவு உற்பத்தியும்

உலகிற்கு இன்று தேவைப்படுகின்ற உணவில் பெரும் பகுதி பச்சைப் பயிர்களிலிருந்துதான் கிடைக்கின்றது. அது சூரிய ஆற்றலைக் கொண்டே உணவுப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்கின்றது. உணவுப் பொருள் உற்பத்திக்கும் சூரிய ஆற்றலுக்கும் நெருக்கமான தொடர்பிருப்பதால், எத்தகைய பசுமைப் புரட்சியும், நாம் எந்தவிதத்தில் சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளுகின்றோம் என்பதைப் பொறுத்து அமையும். அதன் காரணமாகவே சூரிய ஆற்றலை இன்னும் சிறப்பாகப் பயன்படுத்தி உணவுப் பொருள் உற்பத்தியில் மகத்தான மாறுதல்களை ஏற்படுத்தித் தன்னிறைவு காண முயன்று வருகின்றார்கள்.

உணவு உற்பத்தி ஒரு வரம்பிற்கு உட்பட்டிருப்பதாலேயே பெருகிவரும் மக்கள் தொகை உலகில் ஒரு பிரச்சினையாக அமைகின்றது. என்றாலும் இயற்கையில் நிருணயிக்கப்பட்ட வரம்பிற்கும், நடை முறையில் இருந்து வரும் வரம்பிற்கும் பெருத்த வேறுபாடு காணப்படுகின்றது என்றும், எனவே சூரிய ஆற்றலை இன்னும் பயனுறு திறன் மிக்க வழியில் பயன்படுத்தி உணவு உற்பத்தியை அதிகரிக்கலாம் என்றும், அப்படி அதிகரிப்பது கொள்கை அளவில் சாத்தியமாக இருப்பதால், அதை நடைமுறைப்படுத்தக்கூடிய விவசாய முறைகளைப் பின்பற்ற வேண்டும் என்றும் ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருத்து தெரிவித்திருக்கின்றார்கள். உலகிற்கு ஏற்பட்டுள்ள உணவுப் பிரச்சினை தீர்வு பெற வேண்டுமானால், ஒன்று மக்கள் தொகை குறைக்கப்பட வேண்டும் அல்லது வரம்பின் எல்லையை இயற்கையால் நிருணயிக்கப்பட்ட அளவிற்கு உயர்த்த வேண்டும். முழு அளவில் சமுதாயம் ஒத்துழைக்காதவரையில் பெருகி வரும் மக்கள்

Koviloor Digital Library



தொகையைப் பிரச்சினையின் தீர்வுக்கெனக் கட்டுப்படுத்துவது என்பது இயலாது. எனவே இரண்டாவதாகக் கூறப்பட்ட காரணத்தையே பெரிதும் நம்ப வேண்டியிருக்கின்றது.

உண்மையில் நடைமுறையில் இருந்து வரும் வரம்பு இயற்கையால் நிருணயிக்கப்பட்ட வரம்பிற்கு உயர்த்தப்படுமானால், பன்னெடுங் காலத்திற்கு உணவுப் பிரச்சினை என்ற பேச்சுக்கே இடமில்லாது போய்விடும். அப்படியொரு பொற்காலத்தை நாம் காண இயலுமா? சமுதாய நலன் கருதி வேளாண்மைத் துறையில் விஞ்ஞானிகள் இடையறாது நடத்திவரும் ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகள்தான் இதற்குச் சரியான விடை தர இயலும். இதை நாம் விரிவாக அறிந்து கொள்ள வேண்டியது அவசியமாகும். ஏனெனில் இது முக்கியமான உணவுப் பிரச்சினையோடு தொடர்புடையதாக இருக்கின்றது.

உணவு உ த்தியின் உயர் வரம்பை நிருணயிப்பது எது? நடைமுறையில் இருந்துவரும் வரம்பு ஏன் குறைவாக இருக்கின்றது? வேளாண்மையில் ஒரு பயிரின் விளைச்சலில் காணப்படுகின்ற குறைவுக்குப் பல காரணங்களைக் கூறலாம். பயிரின் தரம், மண்ணின் வளம், கிடைக்கும் நீரின் அளவு. அதன் இரசாயனப் பண்புகள், போடப்படும் உரம், தாக்கும் பூச்சியினங்கள், பெருகிவரும் பயிர் நோய்கள், கூடவே வளர்ந்து வரும் களையினங்கள், பயிர் செய்யப்படும் முறை, விவாசயிகளின் திறமையும் ஊக்கமும் ஒளிச்சேர்க்கையின் பயனுறு திறன் ஆகிய இவற்றையெல்லாம் பொறுத்தே பயிரின் விளைச்சல் அமைகின்றது. இக்காரணங்களே உற்பத்தியின் உயர் வரம்பை நிருணயிக்கின்றன. இயற்கையால் நிருணயிக்கப் பட்ட வரம்பை நெருங்க வேண்டுமானால், ஒளிச்சேர்க்கையின் பயனுறு திறனை உயர்த்த வேண்டும். உண்மையில் ஒளிச்சேர்க்கையின் பயனுறு திறன்தான் மனித உணவைப் பூமியில் எவ்வளவு உற்பத்தி செய்யலாம் என்று தீர்மானிக்கின்றது. ஒளிச்சேக்கை இல்லை என்றால் உணவு உற்பத்தியும் இல்லை.

ஒளிச்சேர்க்கை, ஒளிச்சேர்க்கையின் பயனுறு திறன் என்பன யாவை? ஒளிச்சேர்க்கைக்கும் உணவு உற்பத்திக்கும் உள்ள தொடர்பு என்ன? தாவரங்களும், பிற பயிரினங்களும் நம்மைப்

Koviloor Digital Library



போலவே உயிர் வாழ்வதற்கும், வளர்ச்சியுற்று இனப் பெருக்கம் செய்வதற்கும் சத்து இன்றியமையாது வேண்டப்படுகின்றது. ஒரே இடத்தில் நிலையாக உள்ள அவை தங்களுக்குத் தேவையான சத்துப் பொருள்களையும், உயிரியல் பொருள்களையும் ஒளிச் சேர்க்கை என்ற முறையினால் உற்பத்தி செய்து கொள்ளு கின்றன. இதனால் சூரியனின் ஆற்றல் இலை, பூ, காய், பழம், இப்படித் தாவரங்களின் பல பாகங்களிலும் சேமித்து வைக்கப் படுகின்றது. ஒளிச்சேர்க்கை என்பது பச்சைத் தாவரங்கள் தங்களுக்கு வேண்டிய உணவுப் பொருள்களை, நிலத்திலிருந்து வேர் மூலம் பெற்ற நீரையும், காற்றிலிருந்து இலைத்துளை (Stomata) மூலம் பெற்ற கரியமிலவாயுவையும் குளோரோபில்லின் துணையைக் கொண்டு தயாரிக்கும் ஓர் இயற்கையான இரசாயன வினையாகும். இதனால் புவிமண்டலத்தில் உள்ள காற்றில் கரியமிலவாயு,ஆக்ஸிசன் இவையிரண்டும் ஒரு சமநிலையில் இருக்கு மாறு செய்யப்படுகின்றது. ஏதாவது புறக்காரணங்களினால் இதன் அளவு சற்றே மாறுபட்டாலும், பூமியில் உள்ள பிற உயிரினங் களின் வாழ்க்கை பெரும் பாதிப்பிற்கு உள்ளாகும். கரியமில வாயு அபாயததைப் பற்றி முன்பே குறிப்பிட்டுச் சொல்லியிருக் கின்றோம்.

நம் வளி மண்டலத்தில் 0 03 விழுக்காடு கரியமிலவாயு இருக்கின்றது. காற்றிலுள்ள கரியமிலவாயுவைப் பயிரிலுள்ள இலைகள் உட்கவருகின்றன. இவ்வாறு காற்றிலிருந்து கரியமில வாயுவை மட்டும் உட்கவர்ந்து கொள்ளும் சிறப்பியல்பு உலகில் பச்சைத் தாவரங்களுக்கு மட்டுமே இருக்கின்றது. கரியமிலவாயு தாவரங்களினால் உட்கவரப்படும் இயற்பியல் வழிமுறையைக் கார்பன் தன்மயமாதல் (Carbon assimilation) என்கின்றோம்.

இலைப் பகுதிக்கு எடுத்து வரப்பட்ட நீர், பயிரினத்தின் வெப்பநிலையை ஒரு சமநிலையில் வைத்துக் கொள்வதற்காக நீராவிப் போக்கிற்குப் பயன்படுவதோடு, அங்கு இலைத்துளை களின் வழியாகச் சேகரிக்கப்பட்டுள்ள கரியமிலவாயு மூலக்கூறு களுடன் இணைந்து ஸ்டார்ச்சு (Starch) என்னும் சத்துப் பொருள் ளாக மாற்றப்படவும் செய்கின்றன. ஸ்டார்ச்சு உற்பத்திக்குத் தேவையான ஆற்றலைப் பயிர்கள், தங்களின் செல்களில் (Cell)

Koviloor Digital Library



உள்ள நிறமிகளால் ஒளிச்சேர்க்கையின் போது சூரிய ஆற்றலை உட்கவர்வதால் பெறுகின்றது. இதையே தன்மயமாதல் (Assimilation) என்கிறோம். இதைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

கரியமிலவாயு நீர் ஸ்டார்ச்சு ஆக்ஸிசன் ஒளிச்சேர்க்கையினால் பெறப்பட்ட இரசாயன ஆற்றலைக் கொண்டு வேரின் வழியாகக் கிடைக்கும் நீரை அதன் அமைப்பு மூலங்களான ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிசன் ஆகப் பகுக்கின்றது. பின்னர் ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறு கரியமில வாயுவுடன் கூடி, சர்க்கரைப் பொருள் உற்பத்தியாகின்றது. இது கார்போஹைட்ரேட்டின் அடிப்படை அலகுப் பகுதிப் பொருளாகும். இந்தப் பகுதி மூலக்கூறுகள் ஆறும் ஒருங்கிணையும் போது குளுகோஸ் (Glucose) என்ற கார்போஹைட்ரேட்டு உண்டாகின்றது. அப்பொழுது வெளிப்படும் ஆக்ஸிசன் இலைத்துளைகளின் வழியாக வெளியேறி வெளிக்காற்றுடன் கலந்து விடுகின்றது.

இவ்வாறு ஒளிச்சேர்க்கையினால் தொகுக்கப்படும் ஸ்டார்ச்சு, புரோட்டீன் முதலியவை பின்னர் ஆக்சிகரணம் (Oxidation) அடைந்து திசுக்களிலுள்ள உயிர்ப் பொருள்களுக்குத் தத்தம் வேலைகளைச் செய்யச் சக்தியை அளிக்கின்றன. இதையே நாம் சுவாசித்தல் (respiration) என்கின்றோம். தன்மயமாதலும், சுவாசித்தலும் ஒன்றுக்கொன்று நேர் எதிரானவை. ஒளிச்சேர்க்கையின் போது தன்மயமாதலால் சேகரிக்கப்பட்ட ஆற்றலின் ஒரு பகுதியைத் தொடர்ந்து நடைபெறும் சுவாசித்தலால் இழக்கின்றது. தன்மயமாதலுக்கும் சுவாசித்தலுக்கும் உள்ள சமனே விளை பொருள்களாக மாறுகின்றன. சுவாசித்தலுக்குப் போக எஞ்சிய சமன் அதிகமாக இருக்குமானால் விளைச்சலும் அதிகமாக இருக்கும் எனலாம். எனவே, உணவு உற்பத்திச் சாதனை என்பதெல்லாம் இந்த எஞ்சிய சமனை அதிகரிப்பதுதான். தவிர்க்க இயலாத சுவாசித்தலை விட்டுவிட்டால், உணவு உற்பத்தியின் திறன் தன்மயமாதலை ஊக்குவிப்பதில்தான் இருக்கின்றது என்பது தெளிவாகும்.

தன்மயமாதலைத் தூண்டுதல் என்பது ஒளிச்சேர்க்கையைத் தூண்டுதலாகும். ஒளிச்சேர்க்கையை எப்படித் தூண்டலாம்?

Koviloor Digital Library



சூரிய ஆற்றல் ஓராண்டில் ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பில் இடத்திற்கு ஏற்ப 300 - 8800 கோடி ஜூல்கள் என்ற அளவில் கிடைத்து வருகின்றது. இந்தியாவில் ஓராண்டில் ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பில் விழும் சராசரி ஆற்றல் 652 கோடி ஜூல்கள்தான். இதன்படி ஒரு நாளைக்கு ஒரு சதுர மீட்டரில் விழும் சராசரி ஆற்றல் 1.8 கோடி ஜூல்கள் என்றாகின்றது. ஓர் ஏக்கரில் ஒரு நாளைக்கு விழும் சராசரி ஆற்றல் 7800 கோடி ஜூல்கள் ஆகும்.

பயிரின் தன்மைக்கு ஏற்பச் சிறிது மாறுபட்டாலும், விளைச்சலில் ஒரு கிலோ கிராம் நிறையுள்ள திடப்பொருளை உண்டாக்குவதற்கு ஏறக்குறைய 1.7 கோடி ஜூல்கள் தேவைப்படுகின்றன என்று ஆராய்ச்சி வல்லுநர்கள் கணித்துள்ளார்கள். அப்படிப் பார்த்தால் ஓர் ஏக்கர் நிலத்தில் ஒரு மெட்ரிக்டன் (1000 கிலோ கிராம்) திடப் பொருளை உண்டாக்குவதற்கு 1700 கோடி ஜூல் ஆற்றலே போதுமானது. இது சராசரியாக ஒரு நாளில் ஓர் ஏக்கர் நிலம் பெறுகின்ற சூரிய ஆற்றலில் நான்கில் ஒரு பங்கே ஆகும். எனவே ஓர் ஏக்கர் நிலத்தில் ஒரு நாளைக்கு 4 டன் உற்பத்தி என்பது கணக்களவில் மிகச் சிறந்த பண்ணையின் விளைச்சலாகும். இதை இயற்கையால் நிருணயிக்கப்பட்ட உச்சவரம்பாகக் கொள்ளலாம்; பசுமைப் புரட்சியின் உச்சவரம்பு என்றும் சொல்லலாம். பரப்பில் விழும் முழு சூரிய ஆற்றலும் விளை பொருள்களாக மாறுகின்றன என்று கருதப்பட்டுள்ளதால் இங்குப் பயனுறு திறன் ஒன்று ஆகும். பயனுறு திறன் எனப்படுவது ஒளிச்சேர்க்கைக்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட ஆற்றலின் அளவிற்கும், பெற்ற மொத்த ஆற்றலின் அளவிற்கும் உள்ள தகவாகும்.

இயற்கையால் நிருணயிக்கப்பட்ட உச்ச வரம்பை எட்ட முடியாததற்கு ஒரு சில காரணங்களைக் கூறலாம். தன்மயமாதலின்போது 25 விழுக்காடு சூரிய ஆற்றல் பயிர்ப் பொருள்களாலேயே எதிரொளிக்கப்படுகின்றது. குளோரோபில் உட்கவர இயலாத அலை நீளங்களுள் சிலவற்றை கரோடினாய்டுகள் (Carotenoid) உட்கவர்ந்து அவ்வாற்றலை ஒளிச்சேர்க்கைக்குப் பயனுள்ள வகையில் அளிக்கின்றது என்றாலும் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு மின் காந்த அலைத் தொகுப்பின் முழுப் பகுதியும் பயனுள்ளதாக

Koviloor Digital Library



இல்லை. கட்புலனுக்கு உட்படும் பகுதியான புலன் உணர் ஒளி அலைகளே ஒளிச்சேர்க்கைக்குத் துணை புரிகின்றன. இதிலும் பச்சை, மஞ்சள் பகுதிகளில் மிகக் குறைவான விழுக்காட்டிலேயே நடைபெறுகின்றன. இதன் காரணமாக, சூரிய ஆற்றலில் ஏறக் குறைய 35 விழுக்காடே ஒளிச்சேர்க்கைக்குச் சாதகமாக இருக் கின்றது. ஒளிச்சேர்க்கையின் போது நடைபெறும் வினைக்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலை மதிப்பிட்டால், அது கொள்கைகளைக் கொண்டு கணக்கிடப்படும் ஆற்றலைப் போல 3 மடங்கு அதிக மாக இருக்கின்றது. எனவே மேலும் 12 விழுக்காடு ஒளிச் சேர்க்கைக்குப் பயன்படும் ஆற்றலின் அளவு குறைவுறுகின்றது. தவிர்க்க இயலாத சுவாசித்தலை நீக்கிப் பார்த்தால் எதிர் பார்க்கக் கூடிய விளைச்சலின் பயனுறு திறன் ஏறக்குறையப் பெறுகின்ற ஆற்றலில் 8-10 விழுக்காடே ஆகும். ஆனால், ஒரு நல்ல சிறந்த பண்ணையில் பயனுறு திறன் 0.75-1.0 விழுக்காடே இருக்கின்றது.

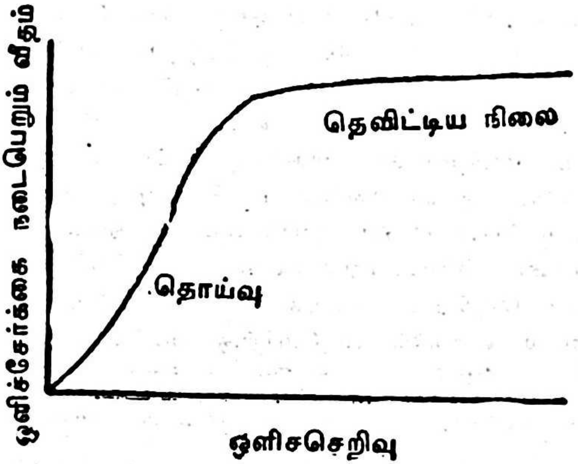
இதற்குக் காரணம் என்ன? பயனுறு திறனில் கணிக்கப்பட்ட அளவிற்கும், நடைமுறையில் காணப்படுகின்ற அளவிற்கும் நீண்ட இடைவெளி காணப்படுவதேன்? இந்த இடைவெளியின் அகலத்தைக் குறைக்க வழியுண்டா? இன்றைய வேளாண்மைத் தொடர்பான ஆராய்ச்சிகளுக்கு இது ஒரு சிந்தனைக் கருத்தாக அமைவதோடு, அறிவியலாளர்க்கு விடுத்த அறைகூவலாகவும் இருக்கின்றது. இந்த இடைவெளிக்குச் சில காரணங்கள் புலப் படுகின்றன. எனினும், இது இன்னும் முழுமையாக அறியப் படவில்லை. ஒளிச்சேர்க்கையைப் பாதிக்கக் கூடிய சில சூழ்நிலை அமிசங்களை ஆராய்ந்து பார்த்தபொழுது சில உண்மைகள் அறியப்பட்டன.

ஒளிச்செறிவு (Intensity), தன்மை (Quality) இவையிரண்டும் ஒளிச்சேர்க்கையைப் பாதிக்கின்றன. ஒரு பயிரினத்தின் மீது பல்வேறு செறிவுடைய ஒளியை விழுமாறு செய்து ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் வீதத்தில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளை அளவிடலாம். ஒளிச்செறிவிற்கும், ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் வீதத்திற்கும் ஒரு வரைபடம் வரையும் பொழுது, குறைந்த அடர்த்தியில் ஒரு

Koviloor Digital Library



தொய்வு ஏற்படுவதும். செறிவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க உயர்ந்து சென்ற ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் வீதம் ஒரு குறிப்பிட்ட செறிவிற்கு அப்பால் செறிவைப் பொறுத்து மாறாதிருப்பதும் அறியப்பட்டது.




படம் 22 ஒளிச்செறிவும் ஒளிச்சேர்க்கை வீதமும்

பொதுவாக, ஒளிச்சேர்க்கை தெவிட்டிய நிலையிலேயே நடை பெறுகின்றது எனலாம். எனவே, சூரிய ஒளி ஆற்றல் பயன் படும் வீதத்தைவிட அதிக அளவில் பயிரை வந்தடைகின்றது. இவ்வாறு ஒளிச்சேர்க்கைக்கும் தேவையானதைவிட அதிக அளவில் ஒளியாற்றல் வந்தடைவதால், ஒளித் தெவிட்டு (light saturation) ஏற்படுகின்றது. ஒளித் தெவிட்டால் மிகையான சூரிய ஆற்றல் நீராவிப் போக்கு முறைக்கே பயன்படுகின்றது. அதனால் பயிர் கள் நீரைத் தன் வளர்ச்சிக்குத் தேவையானதைவிட அதிகமாக எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன. அதிகமாக நீரை நிலத்தில் பாய்ச்சு வதினால் பயனுறு திறன் அதிகரிக்கப்படுவதில்லை.

ஒளித் தெவிட்டின் போது நிறமி மூலக்கூறுகள் கிளர்ச்சிக்கு உட்படுத்தப்பட்டு அதன் இயல்பான வேலைகள் நடைபெறாமல் மாற்றத்திற்கு ஆளாகலாம். எடுத்துக்காட்டாக, குளோரெல்லா

Koviloor Digital Library



(chlorella) என்னும் பச்சைப் பாசியில் ஒளியின் செறிவு மிக அதிகமாக இருக்கும் போது, ஒளிச்சேர்க்கை தடைப்படுவதோடு, ஆக்ஸிசன் வெளிப்படுவதற்குப் பதிலாக உட்கவரவும் செய்தன.

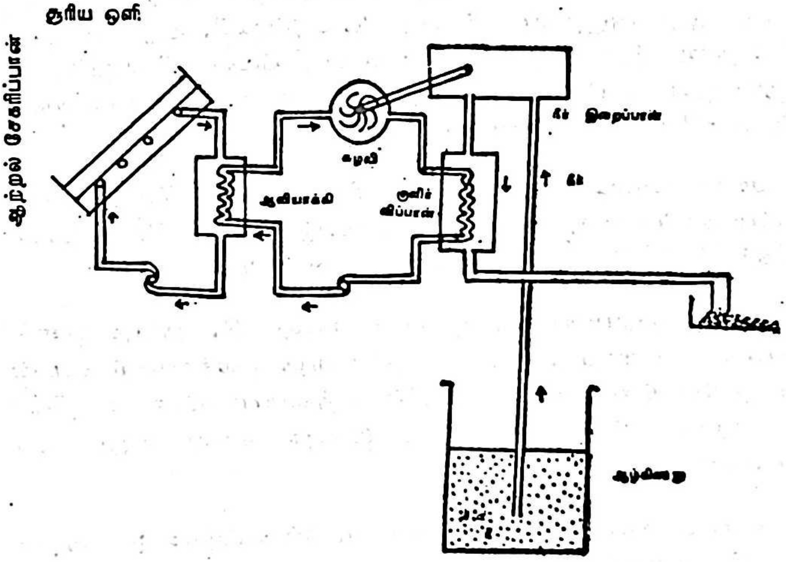
கரியமிலவாயு ஒளிச்சேர்க்கையில் ஒரு மூலப் பொருளாகப் பயன் படுவதால், ஒளிச் சேர்க்கை நடைபெறும் வீதத்தில் கரியமிலவாயுவும் பங்கு கொள்ளுகின்றது. காற்றில் கரியமில வாயுவின் செறிவை அதிகரிப்பதால் ஒளிச்சேர்க்கையின் பயனுறு திறனை அதிகரிக்கமுடியும். எனினும் கரியமிலவாயு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேல் அதிகரித்துவிட்டால் அதுவே பயிருக்கு நஞ்சாகிவிடும். கரியமிலவாயுவின் செறிவு 1 விழுக்காடு வரை அதிகமாகும் பொழுது பொதுவாக எல்லாத் தாவர இனங்களிலும் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் வீதம் அதிகரிக்கின்றது. அதற்கு அதிகமான செறிவில் ஒளிச்சேர்க்கை தடைப்படுகின்றது. ஒளிச் சேர்க்கையில் ஏற்படும் பாதிப்பிற்கு வளி மண்டலத்தில் உள்ள ஆக்ஸிசனின் செறிவில் ஏற்படும் மாற்றம், சுற்றுப்புறத்தின் வெப்பநிலை இவைகளும் காரணமாய் இருக்கின்றன.

தென் இந்தியாவில் முக்கியப் பயிரான நெல்லின் பயனுறு திறன் (4-10) $10^{-4}$ வரைதான் இருக்கின்றது. அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா, சப்பான், போர்ச்சுகல், ஸ்பெயின், பிரான்சு முதலான நாடுகளில் இது (20-30) $10^{-4}$ வரை இருக்கின்றது. நமது வேளாண்மை முறையில் குறைபாடுகள் உள்ளன என்பதை இது கோடிட்டுக் காட்டுகின்றது. இக்குறைபாடுகளை உணர்ந்து தக்கவாறு அவற்றைக் களைந்தெறிய வேண்டியது அவசியமாகும்.

பரந்து விரிந்து கிடக்கும் பாலை வனங்களில் மிகுதியான சூரிய ஒளி வீணாகிக் கொண்டிருக்கின்றது. இன்று அறிவியலாக இந்தச் சூரிய ஆற்றலையும் உணவு உற்பத்திக்குப் பயன் படுத்த முடியுமா என்பது பற்றிச் சிந்தித்து வருகின்றார்கள். பாலை வனங்களில் சற்றுக் கூடுதலான ஆழத்தில் நீர் நல்ல அளவில் கிடைக்கலாம் என்பதை இப்பொழுது கண்டு பிடித்திருக்கின்றார்கள். சூரிய ஆற்றலையே பயன்படுத்தி இந்நீரை இறைத்துப்

பாலைவனங்களில் பயிரிட்டு உணவு உற்பத்தியில் சாதனை புரியலாம் என்று அவர்கள் கூறிவருகின்றார்கள்.

சூரிய ஒளியைப் பயன்படுத்தி வேளாண்மைக்குத் தேவையான நீரை இறைக்க முடியுமா? இரண்டு காளை மாடுகள் 1 மணி நேரத்தில் 30 மீட்டர் ஆழமுள்ள கிணற்றிலிருந்து 1000 லிட்டர் நீரை இறைக்கும். இது ஒரு மின்னாற்றல மோட்டார் 1 கிலோ வாட் திறனுடன் 1 மணி நேரத்திற்குச் செயல்படுவதற்குச் சமம். எனவே சூரிய இறைப்பான் குறைந்தது 1.5 கிலோ திறன் கொண்டதாக இருந்தால் பயனுள்ளதாக இருக்கும். பொதுவாகச் சூரிய இறைப்பான்கள் சூரிய மின்னாற்றலைக் கொண்டு இயக்கப் படுவதாக அமைக்கப்படுகின்றன. அதை இரு வழிகளில் நடைமுறைப் படுத்தலாம். வெப்ப ஆற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றுவதாலோ, அன்றி ஒளி ஆற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றுவதாலோ பெறலாம்.




படம் 23 சூரிய இறைப்பான

சூரிய இறைப்பானின் பொதுவான அமைப்பு படம் 23இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு சூரிய-வெப்ப இறைப்பானில் நான்கு

Koviloor Digital Library



பகுதிகளும் சூரிய-மின் இறைப்பானில் இரண்டு பகுதிகளும், இருக்கும். ஆற்றல் சேமிப்புப் பகுதி, நீர் உலைப் பகுதி, திரவ உலை பகுதி, நீர் இறைக்கும் பகுதி இவை நான்கும் சூரிய-வெப்ப இறைப்பான்களின் பகுதிகளாகும். சூரிய-மின் இறைப்பான் களில் முதல் பகுதியும், இறுதிப்பகுதியும் மட்டுமே இருக்கும்.

ஆற்றல் சேகரிப்பானைக்கொண்டு நீர் உலைப்பகுதியில் உள்ள நீரானது 90° செல்சியசு வரை சூடுபடுத்தப்படுகின்றது. வெப்பப் பரிமாற்றுச் சாதனத்தின் துணைகொண்டு இந்த வெப்பம் மற்றொரு பயனுறு ஊடகத்திற்கு மாற்றப்படுகின்றது. இவ் வூடகம் குறைந்த கொதிநிலை உடைய நீரியங்களாக இருக்கும். நீரின் வெப்பநிலை வெப்பப் பரிமாற்றுச் சாதனத்தை விட்டு 80° செல்சியசில் வெளியேறுவதாய் இருக்கும். ஆனால் இரண்டா வது ஊடகத்தின் வெப்பநிலை 30-இலிருந்து 80° செல்சியசாக மாறி ஆவியாகி விடுகின்றது. பருமனில் பெருத்த மாற்றம் விளை வதால் அது அழுத்தப்பட்டுச் சுழலியை இயக்கி, ஆழ்கிணற்றிலி ருந்து நீரை இறைக்குமாறு செய்யலாம். வேலை செய்து வெளி யேறும் ஆவியை மீண்டும் ஒரு குளிர்விப்பான் மூலம் குளிரச்செய்து நீரியமாக்கி மீண்டும் பயன் படுத்தலாம்.

பாலைவனங்களில் அதிக ஆழத்திலிருந்து நீர் இறைக்கப்பட வேண்டியிருப்பதால், அங்கு அமைக்கப்படும் சூரிய இறைப்பான் அதிகத் திறன் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும்.

சூரிய இறைப்பானைச் சூரிய மின்கலத் தொகுப்புக்களைக் கொண்டும் அமைக்கலாம். ஒரு சேமிப்புக் கலத்தையும் உடன் பொருத்திக் கொண்டால் வெயில் மந்தமான போதும் நீரை ஒரே சீராக இறைக்கமுடியும். இரவுக் காலங்களிலும் நீர் இறைக்கலாம்.

சூரிய ஆற்றல் வற்றாத ஆற்றல் மூலம் மட்டுமன்று. அதில் நமது இன்றையத் தேவைகளுக்கு,ஏன் நாளைய தேவைகளுக்கும் வேண்டும் ஆற்றலைவிடக் கூடுதலான ஆற்றல் இருக்கின்றது. ஒரு பத்துநாளில் பூமியின் பரப்பில் விழும் மொத்தச் சூரிய ஆற்றல் பூமி யில் உள்ள மொத்தத் தொல் படிவு எரி பொருள்களினால் நாம்

Koviloor Digital Library



பெறும் ஆற்றலுக்குச் சமம் என்றால், நமக்குக் கிடைத்துவரும் சூரிய ஆற்றலின் அருமை பெருமைகளை உணரலாம். ஆனால் சூரிய ஆற்றல் துறையின் வளர்ச்சி மிக மெள்ள நடைபெற்று வருகின்றது. அதற்குக் காரணம் அதில் காணப்படும் இரு தடைகளாகும். ஒன்று பொருளாதார வழியில் சிக்கனமாய் இல்லை; மற்றொன்று அதிகப் பயனுறு திறனுடன் கூடிய சாதனமும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. தீவிரமான ஆராய்ச்சி களின் பலனாய் இது எதிர்காலத்தில் சாத்தியமாகலாம் என்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் உறுதி கூறியுள்ளார்கள். நாமும் ''ஞாயிறு போற்றுதும், ஞாயிறு போற்றுதும்'' என்று சூரியனைப் போற்றுவ தோடு நின்று விடாமல், அறிவியல் வளர்ச்சியில் பங்கெடுத்துக் கொள்ள முன்வரவேண்டும்.

Koviloor Digital Library

# துணை நூல்களும் கட்டுரைகளும்

1. Solar energy, M.P. Agarwal, S. Chand & Company, New Delhi (1983)

2. Solar energy Thermal Processes, J.A. Duffie & W.A. Beekman, John Wiley and Sons Inc, New York (1974)

3. சூரிய ஒளிமூலம் சக்தி., எஸ். எஸ். இராமசாமி, நியூசெஞ்சுரி புக் ஹவுஸ் பிரைவேட் லிமிடெட், சென்னை, (1982)

4. Future sources of power, Georege Porter, Science Age, February 1984.

5. Electricity from the sun, T.K Bhattacharya, Science Age, Oct-Nov, 1983.

6. Solar ponds: Sun-Traps under water, D.K. Dixit, Science Today, May 1983.

7. Endless energy from the sea?, S.Z. Qasim, Science Today, September 1980.

8. Hydrogen : New fuel from Solar energy, V. H. Mulimani Science Reporter, January 1982.

9. காற்று மண்டலத்தில் பெருகிவரும் கரியமிலவாயு, மெ. மெய்யப்பன், கலைக்கதிர், ஜுன் 1983

10. ஒளிச் சேர்க்கையும் உணவு உற்பத்தியும், மெ. மெய்யப்பன் வளரும் வேளாண்மை, ஏப்ரல் 1977

11. ஆற்றலோ ஆற்றல், கலைக்கதிர் வெளியீடு.

Koviloor Digital Library

# கலைச்சொற்கள்

| | |
|---|---|
| Absolute velocity | சார்பிலா வேகம் |
| Absolute System | சார்பிலா அமைப்பு |
| Angular velocity | கோணத் திசைவேகம் |
| Absorber | உட்கவர்வான் |
| Absorptance | உட்கவர்வுக் குணகம் |
| Acclerator | முடுக்கும் பொறி |
| Algae | ஆல்கே |
| Alloys | கலப்பு உலோகங்கள் |
| Alpha rays | ஆல்பாக் கதிர்கள் |
| Ammonia | அமோனியா |
| Amorphous | படிக உருவமற்ற சீரான தூள் வடிவ |
| Assimilation | தன்மயமாதல் |
| Atomic reactor | அணு உலை |
| Beta rays | பீட்டாக் கதிர்கள் |
| Boiling point | கொதி நிலை |
| Black body | கரும் பொருள் |
| Breeder reactor | ஈனுலை |
| Cancer | புற்றுநோய் |
| Carbon Cycle | கரிமச்சுற்று |
| Calculators | கணக்கிடும் கருவிகள் |
| Celestial body | விண்ணியல் உறுப்பு |
| Chlorophyll | குளோரோபில் |
| Charging | மின்னூட்டுதல் |
| Chain reaction | தொடர்வினை |
| Computer | கணக்கிடும் பொறி, கணக்கிடும் எந்திரம் |
| Condenser | குளிர்விப்பான் (நீரியமாக்கி) |
| Convex lens | குவிலென்சு (குவி வில்லை) |
| Conduction | வெப்பக் கடத்தல் |
| Convection | வெப்பச் சலனம் |
| Copper | செம்பு |
| Corrugated | விசிறி மடிப்பைப் போலுள்ள |
| Continuous Spectrum | தொர்டர் நிற நிரல் |
| Concentration | செறிவாக்கம் |
| Cosmic year | அண்ட ஆண்டு |
| Cosmic rays | காஸ்மிக் கதிர்கள் (அண்டக் கதிர்கள்) |
| Crest | முகடு |
| Crystal | படிகம் |
| Dissociation | மூலக்கூறுப் பகுப்பு |
| Discharge | மின்னிறக்கம் |
| Dispersion | நிறப்பிரிகை |

Koviloor Digital Library



| | |
|---|---|
| Dynamo | டைனமோ |
| Earth | பூமி |
| Ecological balance | சுற்றுப்புறச் சமச்சீர் |
| Efficiency | பயனுறு திறன் |
| Element | தனிமம், மூலகம் |
| Ellipse | நீள்வட்டம் |
| Electromagnetic waves | மின்காந்த அலைகள் |
| Electronics | மின்னியல் நுட்பம் |
| Electron | எலெக்ட்ரான் |
| Emitter | உமிழ்வான் |
| Enzyme | என்சைம் |
| Energy | ஆற்றல், சக்தி |
| Equator | மத்தியரேகைப் பகுதி |
| Eutectic | உப்புக் கலவை |
| Evaporator | ஆவியாக்கி |
| Evaporation | ஆவியாக்கம் |
| Fixers | அணைவுத் தாங்கிகள் |
| Flat Plate collector | ஆற்றல் சேமிப்புச் சமதளத்தட்டு |
| Ferrodoxin | பெரோடாக்சின் |
| Focus | குவியம் |
| Focussing Collector | ஆற்றல் சேகரிப்புக் குவிப்புஆடி |
| Fossil Fuel | தொல்படிவு எரிபொருள் |
| Frequency | அதிர்வெண் |
| Freezing point | உறைநிலை |
| Galaxy | அண்டம் |
| Gamma rays | காமாக் கதிர்கள் |
| Gasoline | காசோலின் |
| Generator | மின் இயற்றி |
| Geo thermal energy | நிலத்தடி வெப்ப ஆற்றல் |
| Giant planets | பூதமொத்த கோள்கள் (பூதாகரமான கோள்கள்) |
| Glucose | குளுகோஸ் |
| Glauber's salt | கிளாபார் உப்பு |
| Gravity | ஈர்ப்பு |

Koviloor Digital Library



| | |
|---|---|
| Gravitational pressure | ஈர்ப்பழுத்தம் |
| Graphite | கரி |
| Gradient | சரிவு |
| Hole | துளை |
| Heat | வெப்பம் |
| Heat Exchanger | வெப்பப் பரிமாற்றி |
| Hydrogen | ஹைட்ரஜன் |
| Hydrogenase | ஹைட்ரஜனாக்கி |
| Ion | அயனி |
| Infrared rays | அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் |
| Isotope | ஒத்த தனிமம், ஐசோடோப்பு |
| Intensity | ஒளிச்செறிவு |
| Jet | ஜெட் |
| Jupiter | வியாழன் |
| Kilo-Watt | கிலோ-வாட் |
| Layer | படலம் |
| Lens | லென்சு, வில்லை |
| Lead | ஈயம் |
| Lead-acid cell | ஈயம்-அமிலம் மின்கலம் |
| Liquid | நீரியம் |
| Liquid heater | நீரிய வெப்பமேற்றி |
| Light year | ஒளி ஆண்டு |
| Latent heat | உள்ளுறை வெப்பம் |
| Mars | செவ்வாய் |
| Maximum | பெருமம் |
| Maximum Power output | பெருமத்திறன் வெளிப்பாடு |
| Mass | நிறை, பொருண்மை |
| Melting point | உருகுதல் நிலை |
| Methane | மீதேன் |
| Milky way | பால்வழி மண்டலம் |
| Minimum | சிறுமம் |
| Mercury | புதன் |
| Microwave | நுண்ணலை |
| Mono crystalline | ஓரினப் படிகப்பொருள் |

Koviloor Digital Library



| | |
|---|---|
| Neptune | நெப்டியூன் |
| Neutron | நியூட்ரான் |
| Nucleus | அணுக்கரு |
| Nuclear fission | அணுக்கருப் பிளப்பு |
| Nuclear fusion | அணுக்கருப் பிணைப்பு, அணுக்கருச் சேர்க்கை |
| N-type Semiconductor | எதிர் மின் வகைக் குறைக்கடத்தி |
| Optimum size | பயன்திறன் மிக்க அளவு |
| Oxygen | ஆக்ஸிஜன், பிராணவாயு |
| Ocean thermal energy | கடல் வெப்ப ஆற்றல் |
| Out gassing | உள்வாயுக் கசிவு |
| Oxidation | ஆக்சிகரணம் |
| Organic matter | அங்ககப் பொருள்கள் |
| Prism | முப்பட்டகம் |
| Positive ion | நேர் மின் அயனி |
| Power | திறன் |
| Planets | கோள்கள் |
| Photosynthesis | ஒளிச்சேர்க்கை |
| Parabula | பரவளையம் |
| Pluto | புளுட்டோ |
| Plasma | பிளாஸ்மா |
| Proton | புரோட்டான் |
| Photo voltaic effect | ஒளியியல் மின்னழுத்த விளைவு |
| Paraffin wax | பாரபின் மெழுகு |
| P-type semiconductor | நேர் மின் வகைக் குறைக்கடத்தி |
| P-N Junction | நேர்-எதிர் மின் சந்திப்பு |
| Polar region | துருவப் பகுதி |
| Poly crystalline | பல்லினப் படிகப் பொருள் |
| Photo-biological system | ஒளி-உயிரியல் முறை |
| Radio telescope | வானொலித் தொலைநோக்கி |
| Radio waves | ரேடியோ அலை, வானொலி அலை |
| Rainbow | வானவில் |
| Radiator | வெப்ப உமிழ்வான் |

Koviloor Digital Library



| | |
|---|---|
| Radioactivity | கதிரியக்கம் |
| Radioactive waste | கதிரியக்கக் கழிவு |
| Radiation | கதிர்வீச்சு |
| Reflectance | பிரதிபலிப்புக் குணகம், எதிரொளிப்புக் குணகம் |
| Reflector | பிரதிபலிப்பான், எதிரொளிப்பான் |
| Radical | மூலக்கூறு உறுப்பு வகை |
| Rocket | இராக்கெட் |
| Respiration | சுவாசித்தல் |
| Saturn | சனி |
| Saturated | தெவிட்டிய |
| Saturation | தெவிட்டு |
| Satellite | செயற்கைத் துணைக்கோள்கள் |
| Semiconductor | குறைக்கடத்தி |
| Solar cell | சூரிய மின்கலம் |
| Solar concentrator | சூரிய ஒளிக்குவிப்பு ஆடி |
| Solar energy collector | சூரிய ஆற்றல் சேகரிப்பான் |
| Solar constant | சூரிய மாறிலி |
| Solar fence | சூரிய வேலி |
| Solar furnace | சூரிய உலை |
| Solar boiler | சூரியக் கொதிகலன் |
| Solar pump | சூரிய இறைப்பான் |
| Solar waterheater | சூரிய நீர் வெப்பமேற்றி |
| Solar cooker | சூரிய அடுப்பு |
| Solar distillation | சூரிய நீர் காய்ச்சி வடிப்பான் |
| Solar space heater | சூரியக் கதகதப்பூட்டும் சாதனம் |
| Solar refrigerator | சூரியக் குளிர் சாதனப்பெட்டி |
| Solar pond | சூரியக்குளம், சூரியத் தடாகம் |
| Solar panel | சூரிய மின்கலத் தொகுப்பு |
| Salinity | உப்புத்தன்மை |
| Solid | திண்மம் |
| Spectrum | நிற நிரல், நிற மாலை |
| Specific heat | சுய வெப்பம், வெப்ப ஏற்புத் திறன் |

Koviloor Digital Library



Alagappa University
Central Library
36241

| | |
|---|---|
| Spherical | கோளவடிவ |
| Space vehicle | விண்கலம் |
| Storage cell | சேமிப்புக்கலம் |
| Starch | சர்க்கரைப்பொருள், ஸ்டார்ச்சு |
| Star | விண்மீன் |
| Sulphur | கந்தகம் |
| Sun | சூரியன், ஞாயிறு |
| Sun bath | சூரியக் குளியல் |
| Sun' spot | சூரியக் கரும்புள்ளி |
| Sublimation | பதங்கமாதல் |
| Silver | வெள்ளி |
| Thin film | மென்படலம் |
| Total solar eclipse | முழுச்சூரிய கிரகணம் |
| Terrestrial planet | பூமியொத்த கோள் |
| Telephone | தொலைபேசி |
| Thermal equlibriuu | வெப்பச் சமநிலை |
| Thermo - nuclear reaction | வெப்ப அணுக்கரு வினை |
| Thermometer | வெப்பமானி |
| Transmitter | அலைபரப்பி |
| Transmittance | உட்புகு [illegible] |
| Turbine | சுழலி |
| Uranus | யுரேனஸ் |
| Universe | அண்ட பேரண்டம் |
| Ultraviolet rays | புற ஊதாக்கதிர்கள் |
| Venus | வெள்ளி |
| Water heater | நீர் வெப்பமேற்றி |
| Watt | வாட் |
| Wavelength | அலை நீளம் |
| Welding | உருக்கிணைப்பு |
| X-rays | எக்ஸ் கதிர்கள் |
| Zinc | துத்தநாகம் |